



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**FACULDADE DE NUTRIÇÃO**

Rosely Carvalho do Rosário

**DETERMINAÇÃO IN VITRO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS NO ALBEDO DE**  
**MARACUJÁ (*Passiflora edulis*)**

**BELÉM**

**2021**

Rosely Carvalho do Rosário

**DETERMINAÇÃO IN VITRO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS NO ALBEDO DE  
MARACUJÁ (*Passiflora edulis*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para  
obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela  
Universidade Federal do Pará.

ORIENTADOR:

Profa. Dra. Orquídea Vasconcelos dos Santos.

**BELÉM**

**2021**

Rosely Carvalho do Rosário

**DETERMINAÇÃO IN VITRO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS NO ALBEDO DE  
MARACUJÁ (*Passiflora edulis*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal do Pará.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Profª Drª Orquidea Vasconcelos dos Santos**  
(Universidade Federal do Pará – Orientador)

---

**Prof. Dr. Francisco das Chagas Alves do Nascimento**  
(Universidade Federal do Pará – Membro interno)

---

**Drª Mayara Galvão Martins**  
(Universidade Federal do Pará – Membro externo)

## RESUMO

A indústria do maracujá durante processamento de polpa e suco gera toneladas de resíduos, como albedo. Mas esse subproduto tem um importante valor nutricional e potencial para proporcionar efeito protetor contra doenças degenerativas e crônicas. Portanto, o objetivo deste estudo foi determinar *in vitro* os compostos bioativos no albedo de maracujá (*Passiflora edulis*). As metodologias aplicadas seguiram orientações internacionalmente aceitas e recomendadas, para seguintes análises do albedo *in natura* e FAMDE obtidos: elaboração e rendimento da farinha de albedos, análise granulométrica, características físico-químicas, teores de compostos bioativos, pectina, potencial tecnológico e morfologia. O albedo desidratado por estufa resultou em um rendimento de 9,76%, e deste foi elaborado uma farinha de pó semi-fino (75, 8%), com qualidade dentro do preconizado pela legislação nacional vigente, com o seu teor de umidade em 4,95 %. A desidratação deste resíduo proporcionou características físico-químicas eficazes na conservação ( $A_w= 0,374$ ,  $pH= 5,293$  e  $ATT=0,99$ ) e uma boa qualidade ( $SST= 1,5^\circ\text{Brix}$  e  $AR=40,72\%$ ). Além disso, evidenciou-se a presença de compostos bioativos principalmente na farinha, como traços de polifenóis (18,88 mg AGE/100g), flavonoides (13,51 mg/100g), antocianinas (1,74 mg/100g) e clorofila b (69,65 mg/100g), com destaque a uma quantidade considerável de vitamina C (377,36 mg/100g). A FAMDE apresentou feixes de fibras em sua morfologia e concentração relevante de pectina (40,5%). Por fim, as propriedades tecnológicas e funcionais da FAMDE foram: CAA (862,4%), ISA, (12,5%), CAO (252,7%), CEM (22,87%), CFE e EE (não significantes), e capacidade gelificante em 14%, valores adequados para aplicações em indústria alimentícia. Concluiu-se que o aproveitamento do albedo do maracujá para elaboração de farinha apontou em seus resultados potencialmente aplicáveis à saúde humana e na indústria alimentícia, além de redução do descarte ambiental.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis*; albedo de maracujá; compostos bioativos; potencial tecnológico.

## ABSTRACT

The passion fruit industry during pulp and juice processing generates tons of waste, such as albedo. But this by-product has an important nutritional value and potential to provide a protective effect against degenerative and chronic diseases. Therefore, the aim of this study was to determine in vitro the bioactive compounds in the albedo of passion fruit (*Passiflora edulis*). The methodologies applied followed internationally accepted and recommended guidelines for the following analyzes of the albedo in natura and FAMDE obtained: preparation and yield of albedos flour, particle size analysis, physicochemical characteristics, contents of bioactive compounds, pectin, technological potential and morphology. The kiln-dehydrated albedo resulted in a yield of 9.76%, and from this a semi-fine powdered flour (75.8%) was prepared, with quality within that recommended by the current national legislation, with its moisture content in 4.95%. The dehydration of this residue provided effective physicochemical characteristics for conservation ( $A_w= 0.374$ ,  $pH= 5.293$  and  $ATT=0.99$ ) and good quality ( $SST= 1.5^\circ\text{Brix}$  and  $AR=40.72\%$ ). In addition, the presence of bioactive compounds was evidenced, mainly in the flour, as traces of polyphenols (18.88 mg AGE/100g), flavonoids (13.51 mg/100g), anthocyanins (1.74 mg/100g) and chlorophyll b (69.65 mg/100g), highlighting a considerable amount of vitamin C (377.36 mg/100g). FAMDE presented fiber bundles in their morphology and relevant pectin concentration (40.5%). Finally, the technological and functional properties of FAMDE were: CAA (862.4%), ISA (12.5%), CAO (252.7%), CEM (22.87%), CFE and EE (not significant), and gelling capacity of 14%, suitable values for applications in the food industry. It was concluded that the use of passion fruit albedo for flour preparation pointed to its results potentially applicable to human health and the food industry, in addition to a reduction in environmental disposal.

**Keywords:** *Passiflora edulis*; passion fruit albedo; bioactive compounds; technological potential.

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> - Composição mineral do maracujá amarelo (mg / 100 g de peso seco) com média e desvio padrão.....	36
<b>TABELA 2</b> - Quantidade de carotenoides, polifenóis, flavonoides e antocianinas em diferentes partes do maracujá amarelo (lg / 100g de massa seca; média e desvio padrão) .....	37
<b>TABELA 3</b> - Granulometria da farinha do albedo de maracujá amarelo desidratada em estufa.....	59
<b>TABELA 4</b> - Características físico-químicas do albedo de maracujá <i>in natura</i> e da sua farinha seca em estufa.....	60
<b>TABELA 5</b> - Compostos bioativos do albedo de maracujá <i>in natura</i> e da sua farinha seca em estufa.....	63
<b>TABELA 6</b> - Quantificação de clorofilas no albedo de maracujá <i>in natura</i> e da sua farinha seca em estufa.....	65
<b>TABELA 7</b> - Propriedades funcionais e tecnológica da farinha do albedo do maracujá amarelo.....	70

## LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1** - Substâncias bioativas, subclasses, fontes alimentar e benefícios à saúde.....21
- QUADRO 2** - Perfil dos carotenoides e benefícios a saúde de frutas amazônicas.....31
- QUADRO 3** - Produtos, análises e resultados principais dos artigos utilizados na revisão do aproveitamento dos subprodutos de maracujá amarelo.....40
- QUADRO 4** - Compostos bioativos presentes dos subprodutos de maracujá amarelo, suas funcionalidades e benefícios à saúde.....43

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Distribuição dos óbitos totais prematuros por DCNT e DCV no mundo, no Brasil, Região Norte e no estado do Pará.....11
- FIGURA 2** - Distribuição dos óbitos totais prematuros (30-69 anos) por DCNT em 2019 no Brasil, Região Norte e no estado do Pará.....17
- FIGURA 3** - Representação esquemática da origem de radicais livres, danos envolvidos, doenças crônicas desenvolvidas e atuação de antioxidantes (polifenóis, carotenóides, vitamina C e E) para manter a saúde e o bem-estar humanos.....23
- FIGURA 4** - Categorias de compostos bioativos derivados de plantas e seus possíveis atributos de promoção da saúde.....29
- FIGURA 5** - Classificação, principais compostos e fontes alimentares dos polifenóis.....31
- FIGURA 6** - Classificação dos carotenoides e fontes amazônicas.....33
- FIGURA 7** - Fontes alimentares e benefícios cardiovasculares do licopeno.....36

<b>FIGURA 8</b> - Propriedades e benefícios à saúde das clorofilas.....	38
<b>FIGURA 9</b> - Efeitos da farinha do albedo do maracujá amarelo em parâmetros metabólicos....	48
<b>FIGURA 10</b> - Processo para obtenção da farinha do albedo de maracujá amarelo desidratada por estufa.....	52
<b>FIGURA 11</b> - Análises realizadas no albedo <i>in natura</i> e farinha do maracujá.....	60
<b>FIGURA 12</b> - Rendimento das partes do maracujá amarelo <i>in natura</i> e da farinha do albedo...	61
<b>FIGURA 13</b> - Rendimento das partes do maracujá amarelo <i>in natura</i> e da farinha do albedo...	63
<b>FIGURA 14</b> - Equivalente em gramas de uma colher de sopa da farinha do albedo maracujá amarelo.....	64
<b>FIGURA 15</b> - Rendimento de pectina na farinha do albedo de maracujá amarelo.....	71
<b>FIGURA 16</b> - Teste qualitativo para capacidade gelificante da farinha do albedo de maracujá amarelo desidratado por estufa.....	75
<b>FIGURA 17</b> - Micrografias da estrutura superficial da farinha do albedo de maracujá amarelo.....	76

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>14</b>
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
3.1 DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E SUA RELAÇÃO COM A ALIMENTAÇÃO.....	16
3.2 MECANISMO DE AÇÃO DOS RADICAIS LIVRES.....	17
<b>3.2.1 Ação de compostos alimentares na preventiva de agravos etiológicos.....</b>	<b>21</b>

3.3	ALIMENTOS FUNCIONAIS.....	23
3.3.1	<b>Compostos bioativos.....</b>	<b>25</b>
3.3.2	<b>Compostos fenólicos totais ou polifenóis.....</b>	<b>27</b>
3.3.3	<b>Carotenoides.....</b>	<b>30</b>
3.3.4	<b>Licopeno.....</b>	<b>34</b>
3.3.5	<b>Clorofilas.....</b>	<b>36</b>
3.4	MARACUJÁ.....	37
3.4.1	<b>Aproveitamento de resíduos na indústria alimentícia.....</b>	<b>41</b>
4.	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>48</b>
4.1	OBJETIVO GERAL.....	48
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	48
5.	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>49</b>
5.1	PREPARO DA AMOSTRA.....	49
5.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS FARINHAS DO ALBEDO DO MARACUJÁ AMARELO.....	50
5.2.1	<b>Rendimento.....</b>	<b>51</b>
5.3	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.....	52
5.3.1	<b>Atividade de água (Aw).....</b>	<b>52</b>
5.3.2	<b>Umidade (U).....</b>	<b>52</b>
5.3.3	<b>Potencial hidrogeniônico (pH)</b>	<b>52</b>
5.3.4	<b>Acidez Total Titulavel (ATT)</b>	<b>53</b>
5.3.5	<b>Sólidos Solúveis Totais (SST)</b>	<b>53</b>
5.3.6	<b>Açucares redutores (AR)</b>	<b>53</b>
5.4	ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DO ALBEDO DE MARACUJÁ AMARELO.....	54
5.4.1	<b>Polifenóis Totais.....</b>	<b>54</b>
5.4.2	<b>Análise de Flavonoides e Antocianinas.....</b>	<b>54</b>
5.4.3	<b>Ácido Ascórbico (Vitamina C) .....</b>	<b>54</b>
5.4.4	<b>Análise de Clorofilas.....</b>	<b>54</b>
5.5	PECTINA.....	55
5.6	ANÁLISES MORFOLOGICAS.....	55
5.7	PROPRIEDADES FUNCIONAIS.....	56
6.	<b>RESULTADOS E DISCURSSÕES.....</b>	<b>60</b>

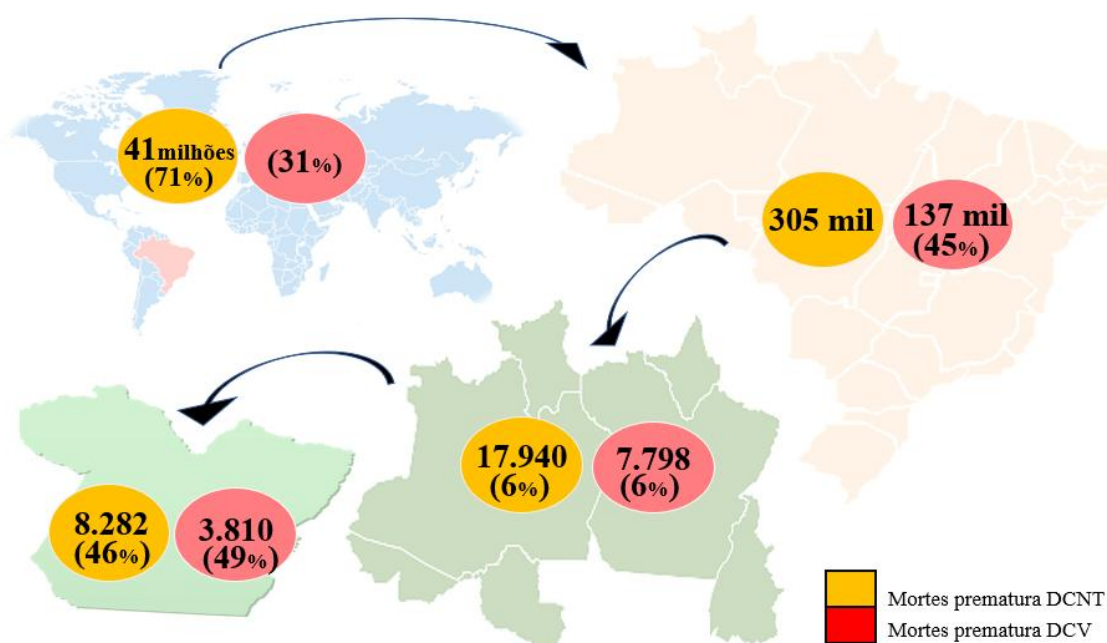
6.1	RENDIMENTOS DAS PARTES DO MARACUJÁ-AMARELO <i>IN NATURA</i> E DA FARINHA.....	60
6.2	CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA DA FARINHA DO ALBEDO DO MARACUJÁ AMARELO.....	61
6.3	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.....	63
6.4	CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS.....	65
6.5	PECTINA DA FARINHA DO ALBEDO DE MARACUJÁ AMARELO.....	69
6.6	PROPRIEDADES FUNCIONAIS E TECNOLÓGICAS.....	71
6.7	MORFOLOGIA DO ALBEDO DE MARACUJÁ	75
7.	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>78</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) representam a maior carga de morbimortalidade no mundo (cerca de 71%), estimando-se 41 milhões de mortes anuais (OMS, 2018; BRASIL, 2019). No Brasil não há diferença, em 2019 ocorreram mais de 305 mil óbitos prematuros (30 a 69 anos) por DCNT, conforme o Sistema de Informação sobre Mortalidade (BRASIL, 2020). Ainda segundo os dados secundários dos óbitos por DCNT, na Região Norte aconteceram 6% (17.940) das mortes prematuras nacionais, sendo o Pará o estado com o maior número de óbitos desta região, computando 8.282 (46%) (BRASIL, 2020).

Do grupo de DCNTs, as principais causadoras de mortes mundiais foram as doenças cardiovasculares (DCV), representando 31% das mortes registradas em âmbito global (OMS, 2017a). O Brasil também apontou as doenças do aparelho circulatório como maior causadora de mortes prematuras, contando mais de 137 mil, ou seja, 45% dos óbitos por DCNT em 2019 (BRASIL, 2020). Apesar da Região Norte representar 6% (7.798) das mortes nacionais, ainda assim o estado do Pará é o maior representante desta região, com 3.810 (49%) (BRASIL, 2020). A figura 1 resume a distribuição dos óbitos totais prematuros por DCNT e DCV no mundo, no Brasil, Região Norte e no Pará.

Figura 1 - Distribuição dos óbitos totais prematuros por DCNT e DCV no mundo, no Brasil, Região Norte e no estado do Pará.



Fonte: Adaptado OMS (2018); Brasil (2019); Brasil (2020).

Sabe-se que DCNT são multifatoriais com alguns fatores imutáveis (genéticos, sexo e idade), no entanto, há comportamentos de risco modificáveis como alimentação inadequada. Ao considerar morbimortalidade especialmente por doenças cardiovasculares, existe uma clara relação entre saúde cardiovascular e alimentação saudável, visto que, o estresse oxidativo é a base das DCV, então uma dieta rica em fibras e compostos bioativos, principalmente antioxidantes ( $\alpha$ -tocoferóis, vitamina C e os polifenóis), pode ser útil na prevenção (SANTHAKUMAR; BATTINO; ALVAREZ-SUAREZ, 2018; MARHUENDA *et al.*, 2019).

Reconhecidamente, são as frutas e legumes considerados promotores de alimentação saudável por serem constituído de micronutrientes, fibras e compostos bioativos (MARHUENDA *et al.*, 2019). E o Brasil com sua diversidade edafoclimática possibilita o cultivo de diversas espécies de frutas, posicionando o país como um dos maiores produtores do setor agroindustrial da fruticultura. Este setor teve uma produção de frutas de aproximadamente 41,5 milhões de toneladas em 2018, colocando o país como terceiro maior produtor mundial, conforme Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (SEBRAE, 2017; SEBRAE, 2018).

Além disso, o Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, com aproximadamente 602 mil toneladas em 2018, sendo o estado da Bahia com maior produção nacional, aproximadamente 161 mil toneladas, enquanto no estado do Pará a quantidade produzida foi mais de 12 mil toneladas, sendo o décimo segundo produtor nacional conforme dados da Produção Agrícola Municipal de 2018 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (EMBRAPA, 2019).

O interesse por essa fruta, principalmente pela espécie *Passiflora edulis*, é compreensível por ser uma excelente fonte de nutrientes como carboidratos, vitaminas, minerais, além do alto teor em nutracêuticos (como ácidos fenólicos) (DOS REIS *et al.*, 2018). No entanto, vai muito além da polpa, como também pelas infusões feitas com as folhas, e até mesmo pelas cascas e sementes que contêm altos níveis de compostos bioativos (EMBRAPA, 2016; DOS REIS *et al.*, 2018).

Com esse avanço na produção e processamento no setor de fruticultura do país para a extração de sucos, polpas e óleos, gerou um elevado excedente de subprodutos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2019), e somente o maracujá para obtenção de polpa, produz

por ano cerca de 54 mil toneladas de resíduos, tais como sementes e cascas (LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2013), ou seja, o aumento no consumo eleva a geração de resíduos, podendo subir o custo à destinação adequada dos subprodutos, além de ocasionar impactos ambientais.

Porém, há uma crescente demanda por fontes mais baratas de nutrientes e bioativos, o que estimula a exploração adequada de subprodutos, como a casca e semente do maracujá que representam mais de 70% do peso da fruta (EMBRAPA, 2016). Logo esses subprodutos, conforme estudos, apresentam valor nutricional: as sementes têm um alto teor lipídico (ácidos oleicos e linoléico), enquanto as cascas são fontes de fibras alimentares (pectinas) e minerais essenciais (MORAIS *et al.*, 2017; TOLEDO *et al.*, 2017). Então, os compostos nutracêuticos encontrados nesses resíduos têm potencial para proporcionar efeito protetor contra doenças degenerativas e crônicas, assim como inibidores de carcinogênese, e até associados a atividades antivirais, antialérgicas, antiplaquetárias e anti-inflamatórias (MORAIS *et al.*, 2017; MORAIS *et al.*, 2016).

Portanto, o que seria descartado no meio ambiente, pode até ser indicado em uma aplicação futura como ingrediente alimentar na formulação de novos produtos, e assim oferecendo uma dieta alternativa nutritiva a baixo custo.

## 2. JUSTIFICATIVA

As DCNT se caracterizam pelo alto grau de incapacidades, a diminuição da qualidade de vida, além de contabilizar prematuramente (30 a 69 anos) 15 milhões de óbitos pelo mundo por ano, sendo mais de 85% em países de baixa e média renda (OMS, 2018a). Esse foi o caso do Brasil em 2019, com mais de 305 mil mortos, sendo destes mais de 8 mil computando somente no estado do Pará (BRASIL, 2020), promovendo um impacto econômico e social às famílias e comunidades (MALTA *et al.*, 2019).

Dentre as DCNT, as doenças do aparelho circulatório são a principal causa de óbitos prematuros no Brasil e no mundo, respectivamente 45% (137 mil) dos óbitos em 2019 (BRASIL, 2020) e 31% das mortes em 2017 (OMS, 2017a). Essa porcentagem significativa de mortes prematuras também foi registrada no estado do Pará, representado 49% de óbitos da região Norte do país (BRASIL, 2020).

As elevadas taxas de morbimortalidades por doenças crônicas não transmissíveis, principalmente as DCV, poderiam ser evitadas com medidas de promoção e prevenção em saúde. Apesar disso, estudos indicam que o aumento da ocorrência dessas doenças tem sido impulsionado por fatores de risco comportamentais, dentre esses: a ingestão de alimentos não saudáveis (OPAS, 2019). Assim a busca por alimentos fontes de nutrientes saudáveis tem crescido a cada dia, conduzindo a uma gama de novas pesquisas sobre frutos e sementes brasileiras, buscando-se descobrir potenciais nutritivos em alimentos peculiares de culturas locais (ALBUQUERQUE *et al.*, 2019).

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas e processa uma quantidade impressionante de frutas tropicais, contudo no processamento de alimentos nas agroindústrias são geradas toneladas de resíduos constituídos de casca, sementes, caroços e polpa, resultando em diversos impactos ambientais com a geração de resíduos orgânicos (VIEIRA *et al.*, 2017). Estima-se que cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçados no mundo a cada ano, o que representa 30% de toda a produção agrícola mundial, enquanto os volumes de perdas (nas fases de produção, armazenamento e transporte) correspondem a 54% do total (FAO, 2018).

O Brasil como maior produtor e consumidor de maracujá, gera por ano cerca de 54 mil toneladas de subprodutos (cascas e sementes) (LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2013), mas muitos estudos demonstram que ambos têm um importante valor nutricional: as sementes têm um alto teor lipídico, especialmente ácidos graxos insaturados (ácidos oleico e linoléico), enquanto as cascas são excelentes fontes de fibras alimentares (principalmente pectinas) e minerais essenciais, como potássio e cálcio (MORAIS *et al.* 2017; TOLEDO *et al.* 2017).

Portanto, esses resíduos são uma fonte natural de nutrientes e diferentes moléculas bioativas. Esses biocompostos têm grande potencial para serem utilizados como ingredientes alimentares funcionais ou para aplicação como substâncias farmacêuticas fitoquímicas para prevenção ou tratamento de doenças humanas (KOWALSKA *et al.*, 2017).

Assim, o que poderia ser um impacto ao meio ambiente é uma alternativa benéfica à saúde humana, ao aproveitar os subprodutos do maracujá, como do albedo, enquanto potencial ingrediente à indústria de alimentos.

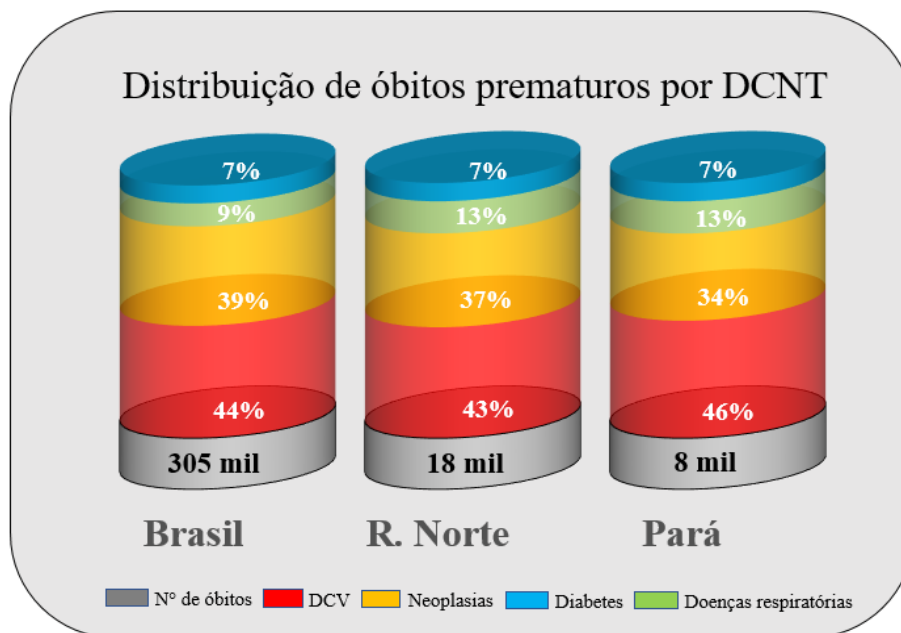
### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E SUA RELAÇÃO COM A ALIMENTAÇÃO

As Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) (cardiovasculares, respiratórias crônicas, cânceres e diabetes) são responsáveis por cerca de 71% de todas as mortes no mundo, estimando-se 41 milhões de mortes anuais (OMS, 2018; BRASIL, 2019). Desses óbitos, 15 milhões ocorrem prematuramente (com idade entre 30 a 69 anos), sendo mais de 85% em países de baixa e média renda (OMS, 2018a). A maior probabilidade de morte prematura são nas regiões africanas (22%), no Mediterrâneo Oriental (24%) e Sudeste Asiático (23%), seguido da Europa (17%), Pacífico Ocidental (16%) e Américas (15%) (OMS, 2018b).

No Brasil, as DCNT são igualmente relevantes, tendo sido responsáveis, em 2019, por mais de 305 mil mortes prematuras, sendo a primeira causa de mortalidade no país, com destaque (FIGURA 1) para doenças do aparelho circulatório (45%), as neoplasias malignas (39%), diabetes mellitus (9%), e as doenças respiratórias (7%), conforme o Sistema de Informação sobre Mortalidade (BRASIL, 2020). Ainda segundo os dados secundários dos óbitos por DCNT, na região Norte aconteceram 6% (quase 18 mil) das mortes prematuras nacionais, sendo o estado do Pará com o maior número de óbitos desta região, computando 8.282 (46%). Vale ressaltar que distribuição em porcentagem tanto da Região Norte como do estado do Pará foram semelhantes aos grupos de doenças crônicas não transmissíveis do país, como apresentado na figura 2 (BRASIL, 2020).

Figura 2- Distribuição dos óbitos totais prematuros (30-69 anos) por DCNT em 2019 no Brasil, Região Norte e no estado do Pará.



Fonte: Adaptado Brasil (2020).

As DCNT possuem causas multifatoriais, como fatores não modificáveis (genéticos, gênero, história ou idade), apesar disso estudos indicam que o aumento da ocorrência dessas doenças tem sido impulsionado por quatro principais fatores de risco comportamentais: o tabagismo regular, o uso de álcool frequente, a falta de atividade física, e a ingestão de alimentos não saudáveis (OPAS, 2019). Os dois últimos comportamentos - apesar de inúmeras políticas públicas de saúde incentivando a adesão de hábitos mais saudáveis - contribuem para manifestação de pressão arterial elevada, aumento da glicemia, lipídios sanguíneos elevados e obesidade em inúmeras pessoas pelo mundo. Estes fatores de risco metabólico podem levar a doenças cardiovasculares, a principal DCNT em termos de mortes prematuras (OMS, 2018a), e as intervenções em saúde direcionadas a esses fatores, poderia resultar em uma maior eficácia na redução do número de óbitos (FERRARI, 2018).

### 3.1.1 Doenças cardiovasculares e sua relação com a alimentação

Do grupo de DCNTs, as principais causadoras de mortes mundiais foram as doenças cardiovasculares (DCV), representando 31% das mortes registradas em âmbito global (OMS, 2017a). Ademais, a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2016, apontou que 17,9 milhões de pessoas foram vítimas de problemas coronarianos, como doenças cardiovasculares (7,4 milhões) e Acidentes Vasculares Cerebrais (AVCs) (6,7 milhões) (OPAS, 2017). Em termos de mortes atribuíveis, o principal fator de risco

metabólico no mundo é a pressão arterial elevada, à qual são atribuídos 19% das mortes globais, seguida por sobrepeso e obesidade e aumento da glicemia (OMS, 2018).

A maioria das doenças cardiovasculares tem origem na placa aterosclerótica, na hipertensão e na obesidade, esses fatores de risco cardiovascular estão diretamente relacionados aos hábitos alimentares e estilo de vida (MARHUENDA *et al.*, 2019). Estudos epidemiológicos demonstraram um aumento na expectativa de vida, bem como uma diminuição significativa na incidência e prevalência de várias doenças crônicas com base inflamatória, como DCV, quando associaram hábitos nutricionais, como aqueles baseados no alto consumo de alimentos ricos em substâncias bioativas (produtos naturais derivados de plantas, organismos marinhos e animais) (SANTHAKUMAR; BATTINO; ALVAREZ-SUAREZ, 2018). Portanto, existe uma clara relação entre saúde cardiovascular e alimentação saudável. Visto que o estresse oxidativo é a base das DCV, uma dieta rica em fibras e compostos bioativos, principalmente antioxidantes ( $\alpha$ -tocoferóis, vitamina C e os polifenóis), pode ser útil na prevenção (MARHUENDA *et al.*, 2019).

Ademais, esses compostos bioativos possuem abundantes desempenhos biológicos com base inflamatória, indo muito além DCV, incluindo atividades antitumorais, anti-inflamatórias, anticarcinogênicas, antivirais, antimicrobianas, antidiarreicas, antioxidantes e outras ações (WASTEESON *et al.*, 2018). Reconhecidamente, são as frutas e legumes considerados promotores de alimentação saudável por serem constituído de micronutrientes, fibras e compostos bioativos (MARHUENDA *et al.*, 2019). No entanto, conforme a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revela que a participação de frutas, incluindo sucos, na dieta da população brasileira representa em média pouco mais de 5% das calorias ingeridas diariamente, sendo inferior às recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 6-7% (400 gramas) para consumo destes alimentos (COSTA *et al.*, 2019).

### 3.2 MECANISMO DE AÇÃO DOS RADICAIS LIVRES

Sabe-se que os átomos estáveis têm um número par de elétrons, que orbitam ao redor do núcleo em pares, assim como para produzir energia as nossas células utilizam o oxigênio. Então durante este processo de oxidação, um átomo estável acaba perdendo

um elétron e se tornando um átomo instável, chamado de radical livre (STEINER; ADDOR, 2014 *apud* VIEIRA; SOUZA, 2019).

Assim, os radicais livres (RL) são átomos ou grupos de átomos muito reativos e instáveis pois possuem um número ímpar de elétrons (elétron desemparelhado) em um orbital atômico (BAMIGBOYE, 2021; VIEIRA; SOUZA, 2019). Importantes para a manutenção da homeostase, os radicais livres são um tipo de espécies reativas de oxigênio (ERO) e espécies reativas de nitrogênio (ERN) que se associam com o átomo de oxigênio (O) e reagem fortemente com outras moléculas, mas não com oxigênio (KURUTAS, 2016; LEO; FERNÁNDEZ; CAMPOS, 2016; VERRUCK; PRUDENCIO; SILVEIRA, 2018).

Constantemente ERO e ERN atuam no organismo humano causando processos inflamatórios, provenientes: alguma disfunção biológica ou dos alimentos; alguns deles podem ser altamente reativos no organismo atacando lipídios, proteínas e DNA, outros são reativos apenas com os lipídios e até os poucos reativos que podem gerar espécies danosas (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

As ERO são formadas no organismo a partir do oxigênio durante as reações metabólicas que ocorrem nas mitocôndrias e peroxissomos, sendo originados por meio da excitação do oxigênio, formando oxigênio singlete ( $O_2$ ) ou pelas sucessivas adições de elétrons ao  $O_2$ , produzindo: radicais superóxido ( $O_2 \bullet^-$ ), radical hidroperoxila ( $HO_2 \bullet$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e o radical hidroxila ( $HO\bullet$ ) (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2020). Dentre esses, o radical  $OH\bullet$  é possivelmente o radical mais danoso aos sistemas biológicos do que qualquer outra ERO devido à sua alta reatividade, reagindo prontamente com a maioria das biomoléculas presentes em uma célula viva: açúcares, aminoácidos, fosfolipídios, DNA e ácidos orgânicos (HENRIQUE *et al.*, 2018).

Dentre as ERN formados pelo metabolismo do organismo, um dos principais exemplos é o óxido nítrico, e apesar de não ser suficientemente reativo para atacar o DNA diretamente, pode reagir com radical ânion superóxido  $O_2^-$  (produzido pelos fagócitos) e formar o radical livre denominado peroxinitrito, em contrapartida atuam como agentes oxidantes nos sistemas biológicos pois tem capacidade de evitar o aumento da pressão sanguínea ao promover o relaxamento dos vasos sanguíneos (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; MENDES; PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2020).

Os radicais livres são gerados: endógena e exógeno. A principal fonte endógena de radicais livres são os processos metabólicos (respiração aeróbica e algumas organelas ativas) (BAMIGBOYE, 2021). Dentre os gerados exógenos que levam a formação de radicais livres são: radiação ultravioleta, radiações ionizantes, poluição, fumo, metais pesados, medicamentos de radiação (paracetamol e halotano), etc. (STEINER; ADDOR, 2014 *apud* VIEIRA; SOUZA, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2018; SANCHEZ, 2017).

Para atingir estabilidade eletroquímica os radicais livres propendem a capturar um elétron de outros átomos (redução), por sua vez, se torna um RL por estar com um elétron desemparelhado, iniciando assim uma reação em cadeia que levará a destruição celular (BAMIGBOYE, 2021; VIEIRA; SOUZA, 2019; FERNÁNDEZ; CAMPOS, 2016) com a perda da sua integridade, ocorrendo o comprometimento de entrada e saída de fluidos e nutrientes da célula (VIEIRA; SOUZA, 2019).

As macromoléculas (RNA, DNA, enzimas e proteínas, lipídeos e lipoproteínas) também são alteradas pelos radicais livres, como a expressão gênica com oxidação do DNA ou indução de citocinas pró-inflamatórias, o que causa maior produção de RL, ERO e ERN, por conseguinte a inflamação e estresse oxidativo são fatores etiológicos significativos no desenvolvimento de doenças crônicas: câncer, diabetes, inflamações, doença de Parkinson, doenças cardiovasculares, aterosclerose, ischemia-reperfusão e no envelhecimento precoce entre outras (STEINER; ADDOR, 2014 *apud* VIEIRA; SOUZA, 2019; HENRIQUE *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O corpo produz um mecanismo de defesa para auxiliar na manutenção do equilíbrio e evitar o estresse oxidativo, bem como tem os eliminadores de radicais livres que são compostos principalmente antioxidantes (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Portanto, antioxidantes são definidos como substâncias químicas (sintéticas ou naturais) presente em concentrações muito baixas, capazes de prevenir as reações oxidativas dos radicais livres por meio da troca de seus elétrons com os dos radicais livres para estabilização (LEO; FERNÁNDEZ; CAMPOS, 2016; SANCHEZ, 2017).

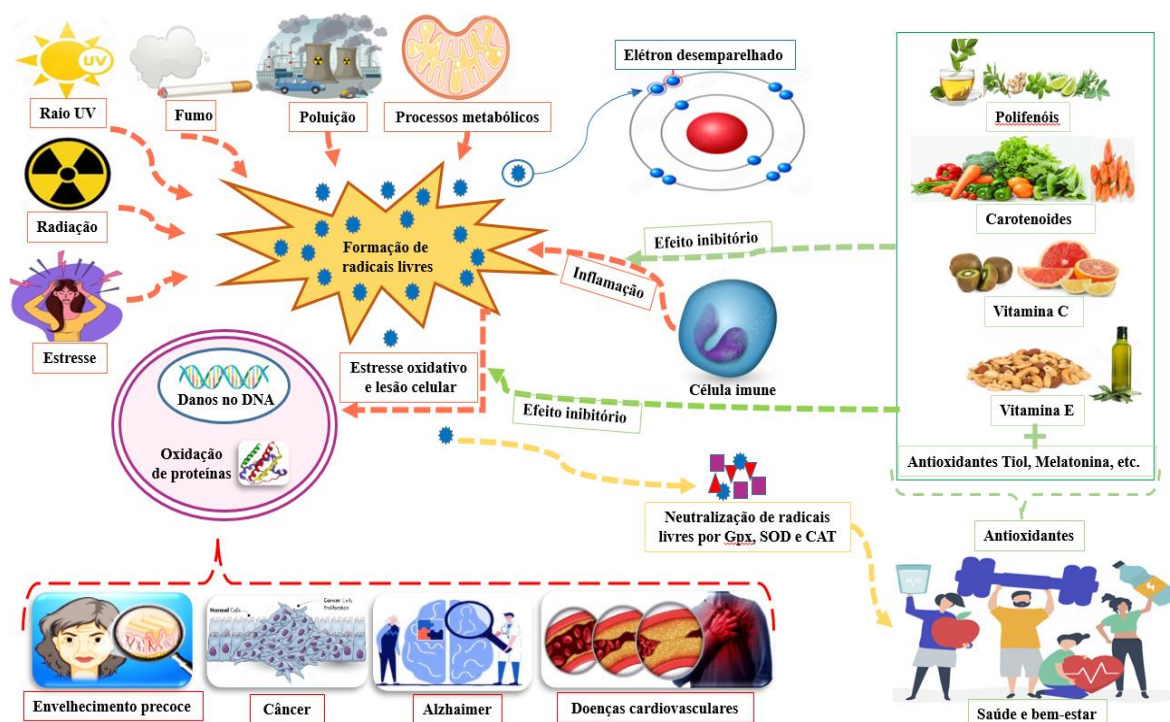
Os antioxidantes endógenos podem atuar diretamente neutralizando os radicais livres ERO e ERN em níveis baixos no organismo, por meio de sistemas enzimáticos ou sistemas de defesa antioxidantes inatos: catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e glutathiona peroxidase (GPX), lipase, e outras enzimas (LEO; FERNÁNDEZ; CAMPOS, 2016; BAMIGBOYE, 2021). Assim, o corpo humano apresenta um sistema antioxidante para modificar e eliminar essas espécies reativas em excesso, impedindo

que elas causem efeitos nocivos ao organismo (MENDES; PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2020).

Mas, quando os radicais livres estão em níveis mais altos, o antioxidante deve ser obtido de uma fonte externa, principalmente dietético, otimizando o uso fisiológico de oxigênio pelas mitocôndrias das células (LEO; FERNÁNDEZ; CAMPOS, 2016), e uma dieta rica em antioxidantes incluindo os carotenoides, vitamina C e E, os compostos fenólicos, principalmente os flavonoides, (LEO; FERNÁNDEZ; CAMPOS, 2016 MENDES; PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2020), encontrados principalmente em alimento de origem vegetal como frutas, vegetais e grãos integrais. Os minerais são outros micronutrientes obtidos pela alimentação que, embora não atuem diretamente como antioxidantes do sistema exógeno, são cofatores essenciais para as enzimas do sistema endógeno, dentre eles: selênio, zinco, cobre, magnésio e manganês (BARBOSA *et al.*, 2010).

A figura 3 abaixo apresenta um esquema representando os mecanismos de ação dos radicais livres desde: fontes geradoras, danos envolvidos e atuação de antioxidantes (polifenóis, carotenóides e vitamina C e E) para manter a saúde e o bem-estar humano.

Figura 3- Representação esquemática da origem de radicais livres, danos envolvidos, doenças crônicas desenvolvidas e atuação de antioxidantes (polifenóis, carotenóides, vitamina C e E) para manter a saúde e o bem-estar humanos.



Fonte: Adaptado Bamigboye (2021).

### 3.2.1 Ação de compostos alimentares na preventiva de agravos etiológicos

Na composição de alimentos como legumes, hortaliças, frutas, grãos integrais, leguminosas, nozes e peixes existem substâncias bioativas com capacidade de reduzir, inibir ou retardar o aparecimento e/ou complicações advindas das DCNT com base inflamatória, evidenciando: fitoquímicos, ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas, minerais e fibras dietéticas. Apesar de não totalmente claros os mecanismos protetores pelos quais esses alimentos exercem seus efeitos, há algumas evidências sobre os efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1- Substâncias bioativas, subclasses, fontes alimentar e benefícios à saúde.

SUBSTÂNCIA BIOATIVA	COMPOSTOS ATIVOS	FUNÇÕES BIOLÓGICAS*	ALIMENTOS
<b>Fitoquímicos</b>	Compostos fenólicos	Atividade antioxidante; Anti-inflamatória; Contribuem para equilíbrio e adequação do funcionamento intestinal; Auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol.	Frutas cítricas (limão, laranja e tangerina), além de outras frutas como cereja, uva, ameixa, pera, maçã e mamão e hortaliças (brócolis, repolho roxo, cebola, alho e tomate), cereais, chás, café, cacau, vinho.
	Alcaloides	Atua principalmente sobre o sistema nervoso, seja central ou autônomo.	Os vegetais são as principais fontes
	Compostos organosulfúricos	Prevenção de doenças cardiovasculares e na redução da pressão arterial, do nível sérico de lipídeo, da glicemia e do estresse oxidativo.	Alho, cebola, castanhas e nozes.
	Carotenóides	Contribuir para as defesas do organismo, pois possuem ação antioxidante, além de serem responsáveis pela síntese de vitaminas, estando relacionada à redução do risco	Verduras folhosas verde-escuras (espinafre), hortaliças (cenoura, pimentão, alface, brócolis entre outras) e frutas (pupunha, tucumã, manga, taperebá, muruci, goiaba entre outras).

	Fitosteróis	de degeneração macular, catarata e doenças crônicas. Auxiliam na redução da absorção de colesterol.	Óleos vegetais (soja e girassol), frutas, sementes, folhas e talos.
<b>Probióticos</b>	Bifidobactérias e Lactobacilos	Melhoram o equilíbrio microbiota intestinal; Benefícios no tratamento de doenças gastrointestinais; Estímulo do sistema imune.	Iogurtes, produtos lácteos fermentados, kefir, kombuchá e suplementos alimentares.
<b>Prébióticos</b>	Fibras, oligossacarídeos, frutooligossacarídeos, e inulina	Colaboram para equilíbrio e adequação do funcionamento intestinal; Auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol.	Frutas, aveia, vegetais (raiz de chicória e batata yacon), grãos integrais, tubérculos e bulbos, mel e açúcar mascavo.
<b>Ácidos graxos Poli-insaturados</b>	Ômega 3  Ômega 6	Redução do LDL-colesterol; Ação anti-inflamatória; Indispensável para o desenvolvimento do cérebro e da retina de recém nascidos. Auxilia adequação dos níveis de triglicerídeos.	Óleo vegetais (soja, canola, germe de trigo, linhaça), nozes e peixes marinhos (sardinha, salmão, atum, anchova, arenque).  Óleos vegetais (açafraão, milho, soja e algodão).
<b>Vitaminas Antioxidantes</b>	A  C	Atividade antioxidante; Importante no crescimento e na diferenciação celular; Ação preventiva no desenvolvimento de tumores.  Atividade antioxidante; Diminuição de risco para certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares e cataratas, bem como na cicatrização de feridas e modulação imune.	Produtos de origem animal (fígado, leite, ovos, manteiga, queijo e peixe).  Frutas (laranja, limão, acerola, morango) e hortaliças (brócolis, repolho e espinafre).

	E	Atividade antioxidante; Anti-inflamatória; Adequação dos níveis de triglicérides.	Óleos vegetais, germe de trigo, oleaginosas, vegetais folhosos verde-escuro e alimentos de origem animal (gema de ovo e fígado).
<b>Isoflavonas e Proteína de soja</b>	Peptídeos bioativos	Regulação hormonal; Atividade antioxidante; Redução do colesterol.	Soja e derivados

\*Desde que associados a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis.

Fonte: Henrique *et al.* (2018); Pallazola *et al.* (2019); Brasil (2016); Mesquita; Torquillo (2016); Souza; Martínez (2017); Oliveira; Almeida; Da Silva (2017).

Dentre as características benéficas desses componentes, destaca-se o potencial antioxidante que pode diretamente neutralizar o caos dos radicais livres ou participar indiretamente de sistemas enzimáticos que possuem essa função, reduzindo os riscos de desenvolvimento de doenças cardiovasculares via proteção endotelial. Os compostos bioativos das frutas e vegetais fornecem proteção das células endoteliais através dos seguintes mecanismos: melhor biodisponibilidade de eNOS / NO, atenua o estresse oxidativo, inibem a via de NF- $\kappa$ B e diminuem a expressão das moléculas de adesão celular (MONSALVE, *et al.*, 2017).

Como visto, uma alimentação adequada frequente de frutas, hortaliças e legumes, tem um papel ativo e/ou protetor para as funções do organismo, isso porque podem se tornar uma fonte inesgotável de recursos nutricionais, uma vez que são uma fonte potencial de compostos bioativos, como os compostos fenólicos, vitaminas, carotenóides e minerais, e reconhecidas como fontes de fibras alimentares solúveis e insolúveis, que desempenham um papel importante na alimentação (SCHIASSI *et al.*, 2018; Henrique *et al.*, 2018).

### 3.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS

No Japão o termo alimento funcional foi utilizado pela primeira vez em 1985, quando o governo preocupado com envelhecimento da população procurou incentivar qualquer forma de melhorar a saúde, então deu início a um programa de redução de custos com seguro saúde e medicamentos (SALGADO, 2017; SANTOS; ALBERT; LEANDRO, 2018).

Ao longo de anos de estudo, em 1991 a categoria de alimentos funcionais foi regulamentada, sendo denominada *foods for specified health use* (Foshu), sendo aprovado pelo Ministério da Saúde, Trabalho e Bem-estar do Japão, para contemplar alguns alimentos, não necessariamente convencionais, que poderiam reduzir o risco de desenvolvimento de doenças (SALGADO, 2017; GIUNTINI, 2018). Somente em 1997 os japoneses foram pioneiros na produção e comercialização de alimentos funcionais (SALGADO, 2017), mas atualmente já não é o único, visto que vários países contam com uma legislação específica.

Ainda não há uma conformidade mundial para definir os alimentos funcionais, mas a Comunidade Europeia denomina alimento funcional como:

Alimento natural ou um alimento ao qual foi adicionado, modificado ou retirado um ou mais componentes, e que tenha bem documentado benefícios relativos à prevenção, tratamento ou controle de doenças crônicas sendo consumido como parte de uma dieta normal (GIUNTINI, 2018).

No Brasil, a ANVISA não conceitua um alimento funcional, mas define duas categorias nas quais podem se encaixar alegação de propriedade funcional e alegação de propriedade de saúde.

Alegação de propriedade funcional “aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”; e alegação de propriedade de saúde, que é “aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação do alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde” (BRASIL, 1999).

A ANVISA, além de definir esses produtos como tendo alegação de propriedade funcional e/ou de saúde e estabelecer os critérios para sua utilização, também é responsável pelas normas e os procedimentos para o registro dos alimentos, sendo necessário um relatório técnico científico comprovando os benefícios e a segurança do uso desse alimento para obtenção do registro (SANTOS; ALBERT; LEANDRO, 2018). Portanto, as alegações de propriedades funcionais ou de saúde somente podem ser realizadas em alimentos registrados para este fim, não sendo permitido o uso de alegações terapêuticas, de saúde ou funcionais que não tenham sido autorizadas pela ANVISA.

As alegações funcionais e de saúde permitidas pela ANVISA (BRASIL, 1999, 2002) estão associadas à presença de: ácidos graxos (ômega 3), carotenoides (beta caroteno, licopeno, luteína, zeaxantina), fibras alimentares (beta-glucana, dextrina

resistente, goma guar, inulina, lactulose, polidextrose, psillium, quitosana e fruto-oligossacarídeos), fitoesteróis, polióis (manitol, xilitol, sorbitol) e micro-organismos probióticos. Sendo os alimentos consumidos *in natura* ótimas fontes dessas substâncias funcionais e podem trazer benefícios significativos à saúde quando consumidos com regularidade na dieta.

Os consumidores têm se interessado cada vez mais por alimentos que tragam mais benefícios que o usual, como a prevenção ao desenvolvimento de doenças e diminuição de sintomas (GIUNTINI, 2018). Assim, o aumento do interesse nos alimentos funcionais aliado a novas tecnologias, pesquisas e regulamentações por legislações específicas, contribuiu à indústria alimentícia para extrair substâncias funcionais presentes desde em alimentos *in natura* até em resíduos agroindustriais com intuito de enriquecer e/ou lançar produtos alimentícias com alegação funcional.

### 3.3.1 Compostos bioativos

Os alimentos são constituídos por nutrientes e compostos bioativos, estes últimos podem existir naturalmente ou ser adicionados sob a forma de ingredientes no desenvolvimento de novos alimentos (MENDES; SANTOS; PINTO, 2020). Os compostos bioativos não são sintetizados pelo organismo humano e não são considerados nutrientes, uma vez que o crescimento e manutenção do organismo humano não depende da sua ingestão e, atualmente, não há valores de ingestão diária recomendados (MENDES; SANTOS; PINTO, 2020; BENTO-SILVA *et al.*, 2019; IYDA *et al.*, 2019).

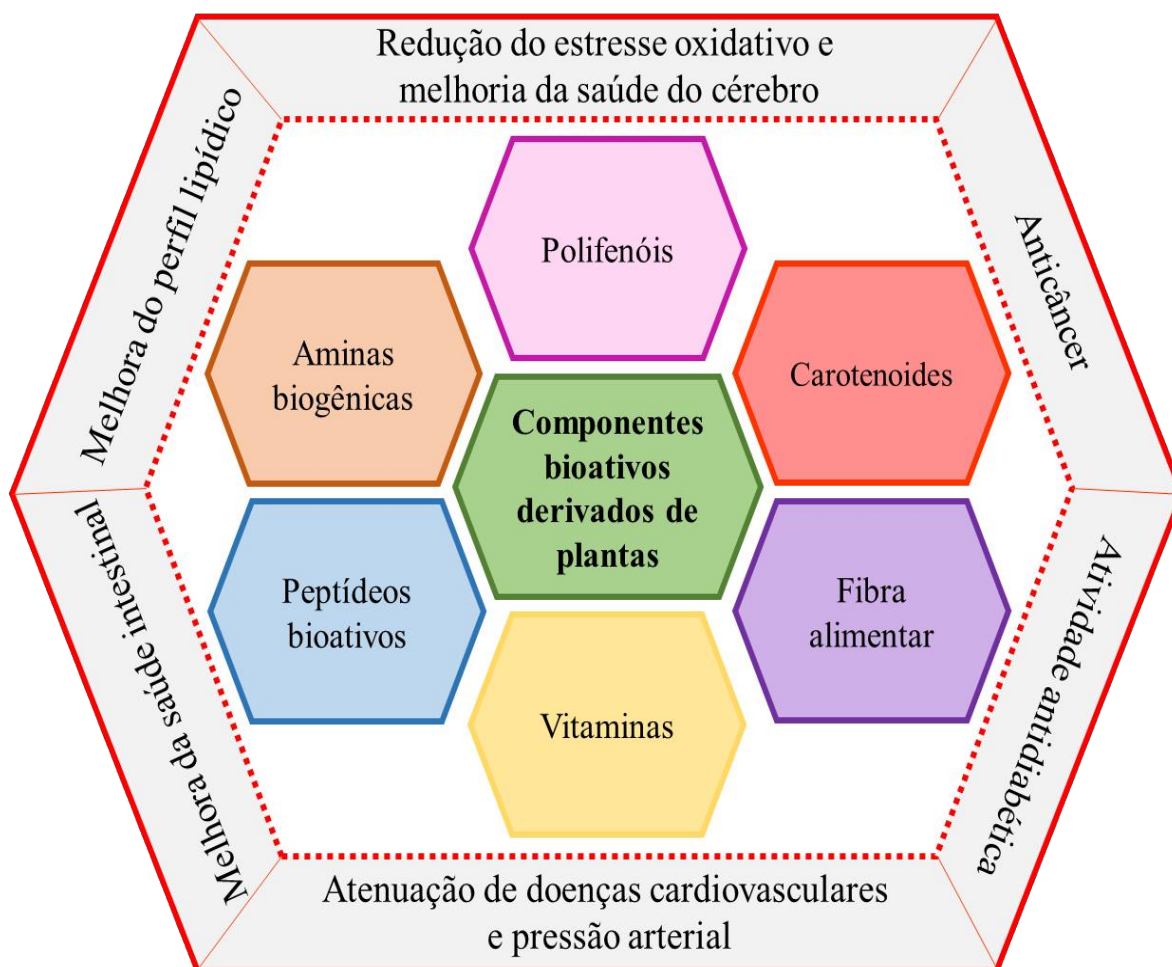
Os compostos bioativos têm três fontes principais: plantas (frutas, vegetais, tubérculos, raízes, cereais e leguminosas), animais (rim e fígado) e microrganismos (bactérias gram-positivas, ácido láctico de bactérias lácticas e ácidos graxos de cadeia curta fornecidos por microrganismos) (ALI *et al.*, 2020; SEPTEMBRE-MALATERRE *et al.*, 2018). Bao *et al.*, (2019) afirmam que esses compostos vêm demonstrando grande auxílio na manutenção da saúde e redução do risco de doenças devido às suas propriedades funcionais: antioxidantes, anti-inflamatórios, efeitos anticarcinogênicos e antimicrobianos (GIACONIA *et al.*, 2020).

Os fitoquímicos são como também os compostos bioativos de origem vegetal podem ser designados. Considerando um vasto conjunto desses compostos, Morand & Tomás-Barberán (2019) propuseram dividi-los em categorias: polifenóis, carotenóides,

compostos sulfurados, alcalóides e fitoesteróis. Enquanto Samtiya *et al.* (2021) apresentaram como uma breve visão geral de compostos bioativos derivados de plantas: polifenóis, fibra alimentar, carotenoides, vitaminas, peptídeos bioativos e amins biogênicas.

O consumo frequente dessas fontes alimentares, bem como a suplementação direta desses compostos, oferece vários efeitos benéficos à saúde, incluindo antienvhecimento, proteção contra doenças cardiovasculares, controle e prevenção de doenças metabólicas, prevenção e tratamento do câncer e também proteção contra doenças neurodegenerativas (ORTEGA; CAMPOS, 2019). A Figura 4 mostra uma breve visão geral dos compostos bioativos derivados de plantas e atributos de promoção da saúde.

Figura 4 - Categorias de compostos bioativos derivados de plantas e seus possíveis atributos de promoção da saúde



Fonte: Adaptado de Samtiya *et al.*, 2021.

Ortega & Campos (2019) citam diferentes mecanismos de ação para os efeitos benéficos dos fitoquímicos, como: regulação dos processos oxidativos, aumento da

expressão de enzimas antioxidantes, redução da síntese de citocinas pró-inflamatórias, aumento da expressão de fatores neurotróficos, e interação em diferentes vias de sinalização intracelular. As evidências dos efeitos benéficos dos compostos bioativos na saúde são muitas e o uso contínuo de alimentos fontes dessas substâncias atuam favoravelmente no processo inflamatório, podendo ser uma forma eficiente de reduzir o risco de DCNT, como as doenças cardiovasculares.

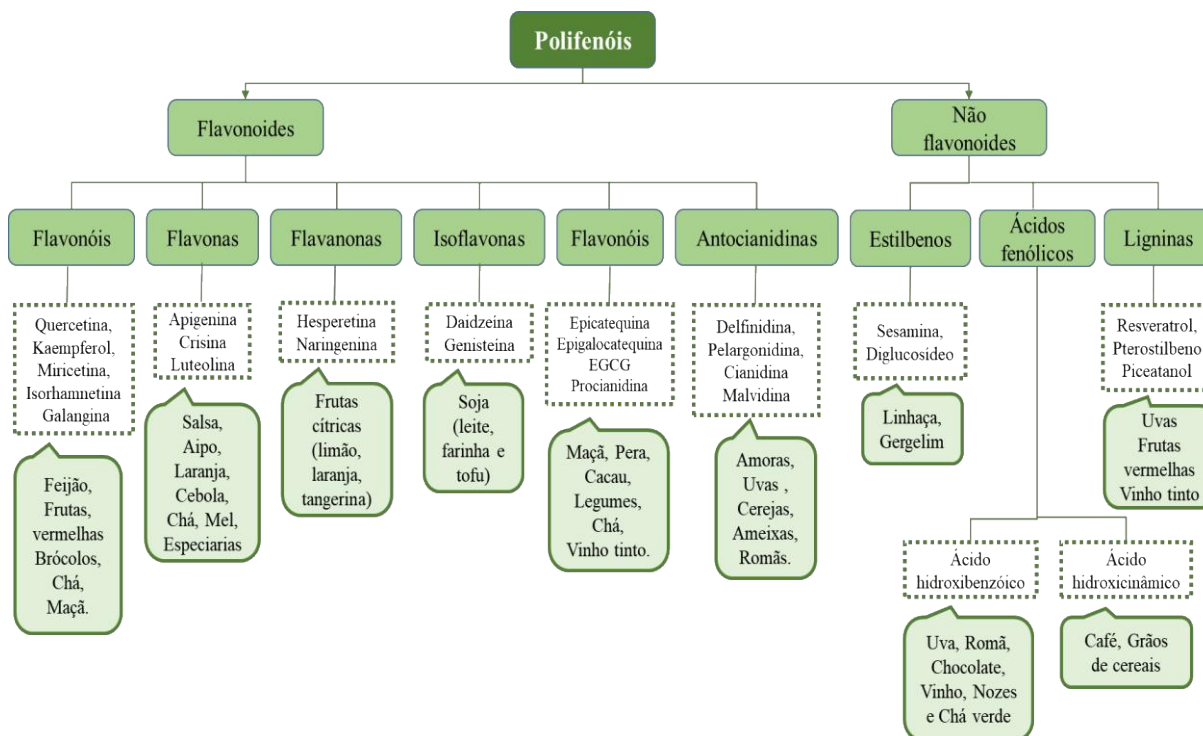
### 3.3.2 Compostos fenólicos totais ou polifenóis

Compostos fenólicos totais são uma grande classe de compostos do metabolismo secundário dos vegetais, com mais de 8.000 conhecidos, que fazem parte do mecanismo de proteção contra injúrias diversas (raios ultravioleta, insetos, danos aos tecidos) (GIUNTINI, 2018). Sua estrutura varia, mas contém pelo menos um anel aromático, no qual ao menos um hidrogênio é substituído por uma hidroxila (SALGAÇO, 2019). Dessas estruturas dependem as propriedades dos polifenóis, bem como define também suas cores (amarelo, vermelho, laranja, azul), aromas (compostos voláteis), amargor e adstringência (resultado da interação de taninos com proteínas da saliva) (GIUNTINI, 2018).

Os polifenóis podem ser divididos em dois grandes grupos: flavonoides e não flavonoides. Os flavonoides apresentam mais de 4.000 compostos, caracterizados por um esqueleto de 15 carbonos (estrutura básica C6-C3-C6) com diferentes substituições que compõem as diferentes subclasses (flavonóis, flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavonóis e antocianidinas), sendo a quercetina o principal flavonoide presente na dieta humana (CANGUSSU; FRONZA & CAVALCANTI, 2020). Dentre o grupo dos não flavonoides existem os ácidos fenólicos, estilbenos e ligninas. Entre todos os polifenóis, os flavonoides e os ácidos fenólicos respondem por cerca de 60% e 30%, respectivamente (LI *et al.*, 2018).

Ainda conforme Li *et al.* (2018) os compostos fenólicos estão presentes em muitos alimentos na natureza, e foram encontrados principalmente em plantas (vegetais, frutas, cereais, especiarias, plantas medicinais e flores), mas também em cogumelos e microalgas. Mas vale advertir que concentração desses compostos pode ser afetada pelo processamento, armazenamento e fatores ambientais diversos (AZEVEDO *et al.*, 2017). Na Figura 5, um breve resumo dos representantes de cada classe dos compostos fenólicos, seus compostos e as principais fontes dietéticas.

Figura 5 – Classificação, principais compostos e fontes alimentares dos polifenóis.



Fonte: Adaptado da figura de Li *et al.* (2018).

O consumo de polifenóis, conforme Santos-Sánchez *et al.* (2018), está associado a diminuição dos riscos de doenças neurodegenerativas, como: doenças cardiovasculares e câncer (gastrointestinais, cólon, mama, ovário e leucemia). Um mecanismo possível para explicar os efeitos protetores é por meio da redução do estresse oxidativo. Os compostos fenólicos reduzem ou inibem os radicais livres por transferência de um átomo de hidrogênio, do seu grupo hidroxila, atuando como doadores de hidrogênio ou quelar íons metálicos como ferro e cobre, inibindo a oxidação de Lipoproteínas de Baixa Densidade (LDL) (SANTOS-SÁNCHEZ *et al.*, 2018). Em alimentos, a função antioxidante ocorre não apenas pela habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também em virtude dos radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de ingredientes do alimento, como de lipídios (SALGAÇO, 2019).

Atividade anti-inflamatória é outro mecanismo de ação preconizado aos polifenóis, essa atuação sobre inflamação relaciona-se a alvos moleculares envolvidos na cascata de sinalização da inflamação, principalmente da via do fator nuclear kappa B

(NF-kB). Atividade anti-inflamatória e antioxidante por meio da regulação Nrf2, inibindo NF-kB e inibindo a expressão de citocinas em macrófagos, foi exposta pelo eriodictiol, um composto da flavanona (LI *et al.* 2016b) presente em frutas cítricas. Outros fitoquímicos tem atuação similar – como resveratrol, licopeno e luteolina - ao exercerem ação anti-inflamatória acentuada e propriedades antioxidantes através da modulação da via de sinalização Nrf2 (LI *et al.* 2016a). Assim, de modo geral, os compostos fenólicos podem atuar em eventos celulares promovendo equilíbrio entre inflamação e estado celular.

Com tantos benefícios à saúde proporcionados pelos polifenóis, as indústrias alimentícias e farmacêuticas cada vez mais investigam quais as fontes alimentares proporcionam em maior quantidade esses compostos a partir de métodos de quantificação e até extração. O método comumente usado para determinar e quantificar fenóis totais é baseado no reagente Folin-Ciocalteu, pois consegue avaliar a capacidade dos fenóis para reagir com agentes oxidantes (SANTOS-SÁNCHEZ *et al.*, 2018).

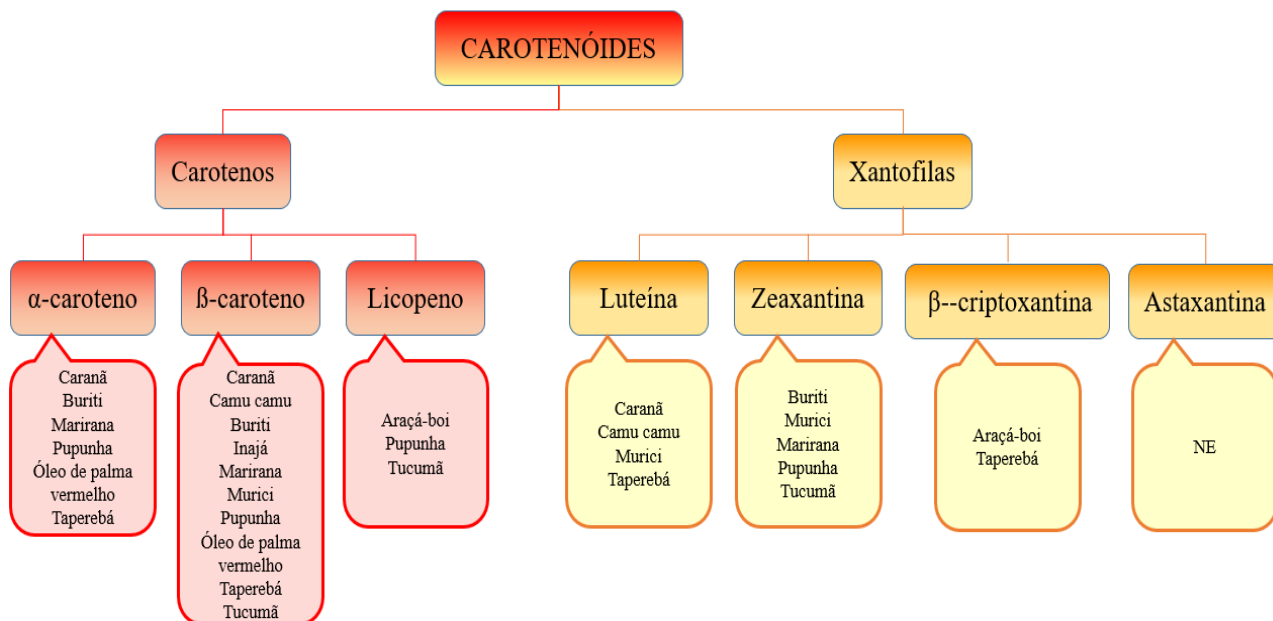
### 3.3.3 Carotenoides

Os carotenoides são uma classe de pigmentos tetraterpenoides (C<sub>40</sub>) ou terpenos com ampla distribuição na natureza, possuem estruturas químicas diversas e fórmula química (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub>. Possuem um sistema extenso de ligações duplas conjugadas, ao qual se denomina de cromóforo, responsáveis por suas cores características (vermelho, tons de laranja e amarelo), propriedades e até funções especiais, como fotoproteção e fotossíntese (GIUNTINI, 2018; ABREU *et al.*, 2020; HASHIMOTO *et al.*, 2016). Mais de 1000 carotenoides naturais já foram descritos, mas somente de 40-50 são consumidos na dieta humana e os principais encontrados nos alimentos são: β-caroteno, α-caroteno, β criptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina (NOGUEIRA, 2020).

Os carotenoides são classificados em carotenos e xantofilas: os primeiros são compostos apenas por carbono e hidrogênio, enquanto o outro grupo contém também oxigênio (GIUNTINI, 2018). Além disso, os animais são incapazes de biossintetizar carotenoides, no entanto as plantas, algas, fungos, leveduras e bactérias possuem essa capacidade, sendo que os vegetais sintetizam constantemente, e assim a composição destes nos vegetais é enriquecida pela presença de determinadas quantidades de precursores das rotas de biossíntese, juntamente com derivados dos componentes

principais (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, M. & AMAYA-FARFAN, 2008). A classificação é demonstrada resumidamente na Figura 6.

Figura 6 – Classificação dos carotenoides e fontes amazônicas.



NE= Não encontrado

Fonte: Adaptado de Jadhav; Bhujbal (2020); Araújo *et al.* (2019); Souza *et al.* (2018); Anunciação *et al.* (2019); Belisário *et al.* (2020); Otero *et al.* (2020); Assis *et al.* (2020); Matos *et al.* (2018).

Além de outras funções biológicas, alguns deles apresentam propriedades provitamínicas A, como β-caroteno, β-criptoxantina, α-caroteno e β-zeacaroteno, enquanto outros têm destacada ação antioxidante (capacidade de supressão de espécies reativas do oxigênio e desativação de radicais livres), como zeaxantina, violaxantina, neoxantina e fitoeno (RODRIGUEZ-AMAYA *et al.*, 2008). Especificamente β-caroteno e licopeno, atuam como exterminador de oxigênio molecular simples e de radicais peroxil, e por isso têm efeitos benéficos aos humanos atribuídos ao seu papel na proteção contra processos oxidativos (CANGUSSU; FRONZA & CAVALCANTI, 2020).

Devido a essas propriedades, são capazes de reduzir o risco do desenvolvimento de doenças degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares e formação de cataratas (MILANEZ *et al.*, 2018; NERI-NUMA *et al.*, 2018). Portanto, estudos sobre a

composição dos carotenoides em frutas amazônicas são importantes porque os carotenoides têm sido associados à redução dos riscos de várias condições degenerativas, incluindo doenças cardiovasculares. Considerando que as informações sobre a composição de carotenoides de frutas da região amazônica são limitadas, a seguir serão discutidos os perfis de carotenoides e a importância destes à saúde.

O perfil dos carotenoides de frutas amazônicas e seus benefícios à saúde estão demonstradas no Quadro 2.

Quadro 2- Perfil dos carotenoides e benefícios a saúde de frutas amazônicas.

Nome popular	Nome científico	Perfil dos carotenoides	Benéficos à saúde	Referência
<b>Araçá-boi</b>	<i>Eugenia stipitata</i>	Licopenos e criptoxantina	Propriedades antioxidantes, antiinflamatórias e antidiabéticas.	Araújo <i>et al.</i> (2019)
<b>Buriti</b>	<i>Mauritia flexuosa</i> Linn. F	$\beta$ -caroteno	Reduzir a incidência de xeroftalmia; Redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares.	Milanez <i>et al.</i> (2018); Neri-Numa <i>et al.</i> (2018).
<b>Camu camu</b>	<i>Myrciaria dubia</i>	Trans-luteína e $\beta$ -caroteno	Capacidade antioxidante.	Souza <i>et al.</i> (2018)
<b>Caraná</b>	<i>Mauritiella armata</i>	Cis- $\beta$ -caroteno, trans - $\beta$ -caroteno, trans - $\alpha$ -caroteno e trans - luteína	Luteína e zeaxantina desempenha um papel importante na redução de distúrbios oculares devido ao seu propriedades antioxidantes, antiinflamatórias e capacidade de filtrar a luz azul.	Anunciação <i>et al.</i> (2019)
<b>Inajá</b>	<i>Attalea maripa</i>	Trans - $\beta$ -caroteno	Papel antioxidante, protege o corpo célula contra radicais livres em excesso.	Anunciação <i>et al.</i> (2019)
<b>Murici</b>	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Luteína, zeaxantina e $\beta$ -caroteno	Alto potencial antioxidante; Inibição de vários processos degenerativos; Fonte de vitamina A.	Belisário <i>et al.</i> (2020)
<b>Marirana</b>	<i>Couepia subcordata</i> Benth.	Trans - $\alpha$ -caroteno, trans - $\beta$ -caroteno e zeaxantina	Podem reduzir o risco de degeneração macular e formação de catarata.	Anunciação <i>et al.</i> (2019)

<b>Pupunha</b>	<i>Bactris gasipaes</i>	Zeaxantina, $\alpha$ -caroteno, $\beta$ -caroteno, e licopeno.	Antioxidantes, protegendo o corpo contra doenças crônicas e certos tipos de câncer, degeneração macular, catarata, distúrbios neurológicos, atividade antiúlcera gástrica e fortalecimento do sistema imunológico.	Otero <i>et al.</i> (2020)
<b>Taperebá</b>	<i>Spondias mombin</i>	$\beta$ -criptoxantina, $\alpha$ -criptoxantina, luteína, trans- $\alpha$ -caroteno, cis- $\alpha$ -caroteno, trans- $\beta$ -caroteno.	Forte potencial na função neurocognitiva, juntamente com um saudável estilo de vida para promover a saúde do cérebro.	Assis <i>et al.</i> (2020)
<b>Tucumã</b>	<i>Astrocaryum vulgare</i>	$\beta$ -caroteno, $\gamma$ -caroteno e $\delta$ -caroteno	Fonte de pró-vitamina A	Matos <i>et al.</i> (2018)

Fonte: Autor (2021).

Dentre algumas das espécies brasileiras mais ricas de fontes naturais de carotenoides citadas na literatura, são frutas palmáceas da região Amazônica: buriti (*Mauritia vinifera*), pupunha (*Bactrys gasipaes*), tucumã-do-amazonas (*A. aculeatum*), bacuri/ouricuri (*Scheelea phalerata*) e umari (*Poraqueiba sericea*) (RODRIGUEZ-AMAYA *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2015b). Dentro da vasta gama já analisada de frutas brasileiras ricas em  $\beta$ -caroteno, o buriti é o alimento retentor da maior concentração conhecida. Adicionada a isso, os frutos de palmas podem proporcionar uma vantagem elevada de biodisponibilidade pela disposição de lipídeos que estimulam a absorção intestinal dos carotenoides (ABREU *et al.*, 2020), além de fornecer efeitos anti-inflamatórios e hipoglicemiantes.

A diversidade de carotenoides encontrados nos vegetais é resultante de várias modificações, mas estão sempre associados a outras estruturas como fibras alimentares e outros polissacarídeos, assim precisam ser liberados para serem absorvidos. Giuntini (2018) elucidou que o melhor aproveitamento dos carotenoides pelo organismo humano, embora não se saiba exatamente sua extensão, acontecem pelos processos de cocção dos alimentos, assim como a mastigação e a hidrólise gástrica. Mas vale ressaltar que esses compostos são sensíveis ao calor, luz, oxigênio, ácidos, entre outros, bem como são insolúveis em água e lipossolúveis (GIUNTINI, 2018).

O aumento do interesse da indústria de alimentos pelos carotenoides vai além das alegações funcionais e de saúde, pois também podem ser utilizados como corantes.

Daí a importância de investigar a presença desses pigmentos nos alimentos disponíveis, como as frutas amazônicas subutilizadas e até mesmo em resíduos agroindústrias. Para tanto, os métodos mais selecionados para análise de carotenoides em alimentos são: cromatografia líquida e análise espectrofotométrica.

#### 3.3.4 Licopeno

O licopeno é um carotenoide acíclico, lipofílico, biologicamente ativo, insaturado, com fórmula química  $C_{40}H_{56}$ , responsável pelo pigmento vermelho em algumas frutas (tomate, uva, goiaba, mamão, damasco, toranjas vermelhas e melancia) (MOZOS *et al.*, 2018). No entanto, durante os diferentes estágios de amadurecimento das frutas o teor de licopeno aumenta, por exemplo, há um aumento constante no teor de licopeno do *breaker* para o estágio vermelho para os tomates (SAINI; ZAMANY & KEUM, 2017).

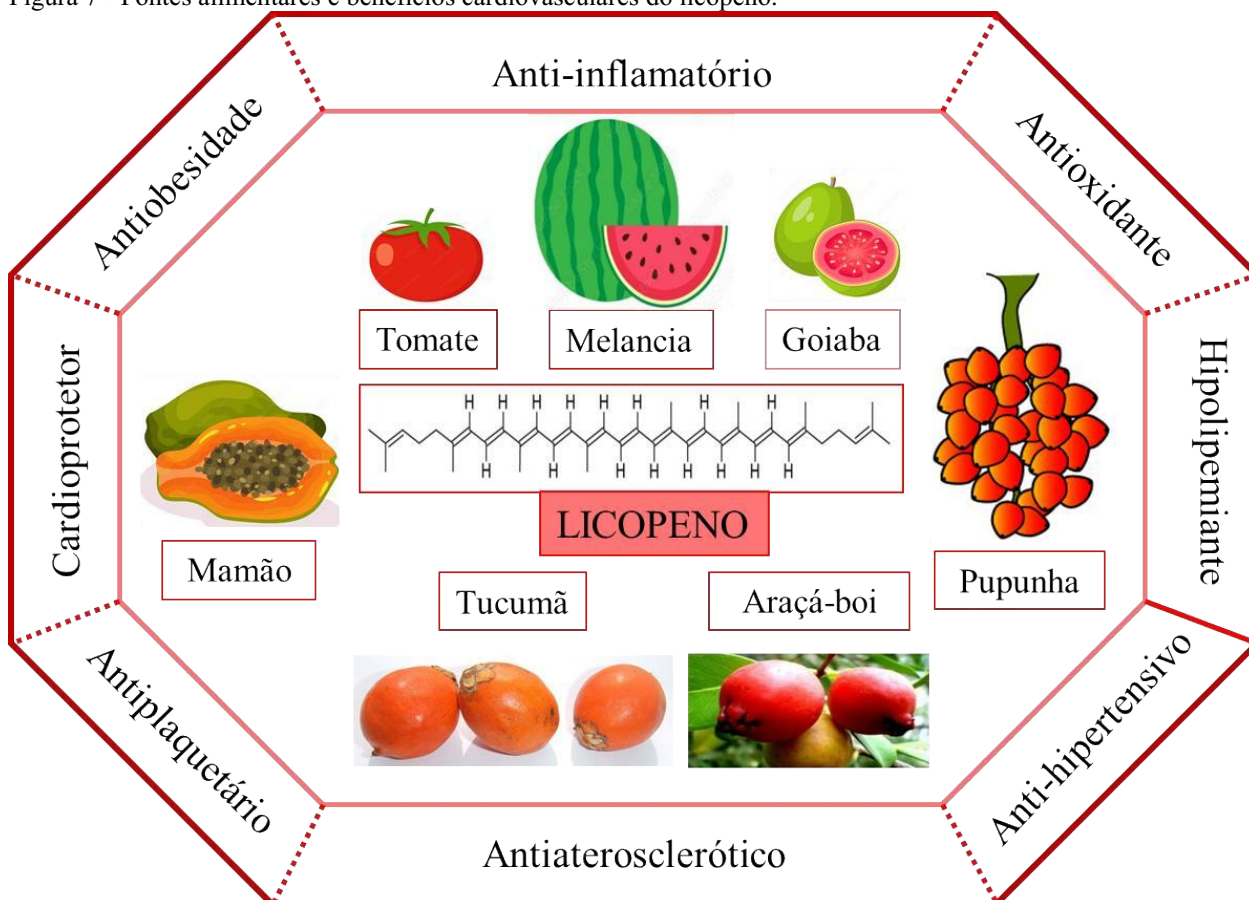
O licopeno por sua característica acíclica não exerce atividade de pró-vitamina A. No entanto, pode fornecer proteção contra danos causados por espécies reativas de oxigênio (ROS), evitando danos às células e tecidos, bem como a melhora de problemas genéticos (JIANG *et al.* 2015). Isso porque o licopeno tem o maior potencial para extinguir o oxigênio singlete tendo um efeito protetor direto contra radicais livres, o que justifica o seu reconhecimento como um potencial antioxidante, anticancerígeno (próstata e do colo do útero) e antiaterogênico (JAIN *et al.*, 2018).

Além disso, o licopeno previne doenças cardiovasculares, pois segundo Skiepkó *et al.* (2016), ao reduzir o nível da fração de colesterol LDL, previne a aterosclerose. Para tanto recomendaram uma ingestão diária de 5 a 10 mg por pessoa para prevenir o estresse oxidativo e doenças crônicas (SKIEPKO *et al.*, 2016). Mas certos distúrbios de saúde continuam sendo um desafio para formas de dosagem convencionais, pois demandam altas doses terapêuticas de licopeno (JAIN *et al.*, 2018).

Mozos *et al.* (2018) também ressalta que licopeno exerce efeitos favoráveis contra doenças vasculares periféricas, hipertensão e síndrome metabólica, ao considerar sua capacidade de melhorar o perfil metabólico e reduzir a rigidez arterial. Outrossim, o licopeno beneficia a saúde de indivíduos com antioxidantes deficientes, como pacientes idosos ou pessoas expostas a níveis mais elevados de estresse oxidativo (fumantes,

diabéticos, pacientes em hemodiálise e pacientes com infarto agudo do miocárdio arterial) (MÜLLER *et al.* 2016). Na figura 7 apresenta-se os benefícios cardiovasculares do licopeno e algumas frutas fontes desse pigmento.

Figura 7 - Fontes alimentares e benefícios cardiovasculares do licopeno.



Fonte: Adaptado de Mozos *et al.* (2018); Otero *et al.* (2020); Araújo *et al.* (2019); Matos *et al.* (2018).

Mas, a utilização clínica do licopeno apresenta desafios à sua baixa solubilidade e biodisponibilidade (JAIN *et al.*, 2018). No entanto, Sri Harsha & Lavelli (2019) afirmaram que os processos térmicos aplicados nesse composto, especificamente no tomate, auxiliam na melhora de sua biodisponibilidade e estabilidade, portanto, a aplicação de secagem é uma maneira de melhorar a extração de licopeno.

A ANVISA reconhece o licopeno como alimento funcional pois “tem ação antioxidante que protege as células contra os radicais livres” (BRASIL, 2016), permitindo a alegação na embalagem, mas para essa argumentação mencionaram o consumo associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis.

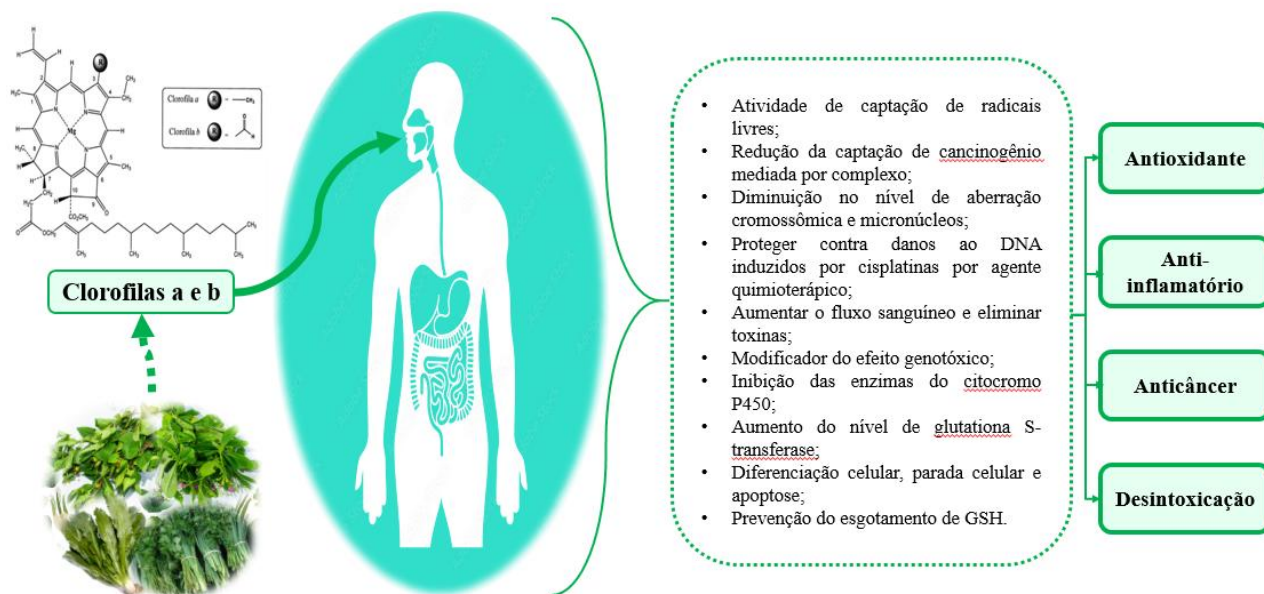
### 3.3.5 Clorofilas

As clorofilas são os pigmentos mais abundante do reino vegetal (principalmente nas plantas superiores) e são fundamentais para fotossíntese (NOGUEIRA, 2020). Estruturalmente a clorofila é um tetrapirrol macrocíclico com magnésio coordenado no centro (RODRIGUEZ-AMAYA, 2018). São encontradas em cinco classes nomeadas de clorofila A, B, C, D e E, que se diferenciam em suas estruturas químicas (NOGUEIRA, 2020). As mais comuns em vegetais e frutas são clorofila a (azul esverdeada) e b (verde amarelada) que geralmente estão juntas na proporção 3:1 (RODRIGUEZ-AMAYA, 2018). Ainda conforme Rodriguez Amaya (2018), na estrutura da clorofila a e b contém metil grupo (CH<sub>3</sub>) e grupo formil (CHO) ligados respectivamente ao carbono C-3 do anel tetrapirrol.

Nogueira (2020) ressalta que a principal fonte de obtenção das clorofilas são as folhas, no entanto, também ocorrem em frutos antes do processo de maturação, bem como as algas estão sendo aproveitadas como fonte. Mas, para o melhor aproveitamento desse pigmento, Albuquerque *et al.* (2021) esclarece que o pH ácido e a alta temperatura são fatores cruciais para a estabilidade das clorofilas, podendo ocorrer alteração da cor verde para o marrom (CORRÊA *et al.*, 2019).

Como visto com os carotenoides e antocianinas, os pigmentos naturais estão relacionados com atividades biológicas importantes, e as clorofilas não são diferentes. Os seus efeitos benéficos estão relacionados às suas atividades antioxidantes, que estimulam o sistema imunológico, eliminam patógenos, purificam o sangue, previnem o câncer, normalizam a pressão arterial e até desintoxicam o corpo (SHARMA *et al.*, 2021). Na Figura 8 uma representação de algumas propriedades específicas à saúde com a ingestão da clorofila.

Figura 8 – Propriedades e benefícios à saúde das clorofilas.



Fonte: Adaptado de Sharma *et al.* (2021)

As clorofilas podem ser responsáveis pela atividade antiproliferativa e anticancerígena, segundo Vankova *et al.* (2018), ao impedir a expressão do mRNA da heme oxigenase e da atividade enzimática da heme oxigenase, afetando a atmosfera redox (espécies reativas de oxigênio e alterando a proporção de glutaciona reduzida para oxidada) das células cancerosas pancreáticas. Alsuhaibani *et al.* (2017) pesquisaram como as clorofilas ajudam a reintegrar os glóbulos vermelhos (RBCs) que contém hemoglobina para transportar oxigênio dos pulmões para todas as partes do corpo, enquanto as enzimas presentes (clorofilase, peroxidases e catalases) auxiliam na purificação do sangue e aumentam a capacidade de transportar mais oxigênio. Portanto, as propriedades bioativas das clorofilas estão intimamente relacionadas à sua estrutura química, ao assemelharem-se a heme.

### 3.4 MARACUJÁ

Originário da América Tropical, o nome maracujá é de origem tupi-guarani e significa “alimento em forma de cuia”. O maracujá pertence à família Passifloraceae e ao gênero Passiflora, estima-se que este gênero é composto por mais de 500 espécies, das quais mais de 150 são nativas do Brasil, considerado um dos maiores centros de diversidade (EMBRAPA, 2016). Porém, somente três espécies são mais produzidas no Brasil e no mundo: maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), maracujá-roxo (*Passiflora edulis Sims.*) e o maracujá-doce (*Passiflora alata*). Segundo a EMBRAPA

(2016) o maracujá-amarelo, também conhecido como maracujá azedo ou ácido, é o mais cultivado mundialmente e responsável por mais de 90% da produção dos pomares de maracujá do Brasil.

Os aspectos morfológicos do maracujá-amarelo são: do tipo baga, forma subglobuloso (ou oval), com tamanho e coloração com variações, tendo em média de 7cm de comprimento por 6cm de largura, e seu peso pode variar de 44 e 160g, sua casca é coriácea e a cor é amarelo intenso (no fim do amadurecimento) (SEBRAE, 2016). Outrossim, o maracujá é constituído de flavedo (pigmentação) e albedo (parte branca) na parte externa (SILVA *et. al.*, 2019), que representa cerca de 50,7% do peso total da fruta madura e cerca de 79,2% do peso total da fruta verde (TALMA *et al.* 2019), e na parte interna representa o suco (+/-26,78%) e as sementes (+/-3,59%) (SILVA *et. al.*, 2019).

A polpa deste fruto possui diversos compostos de grande importância para a saúde humana. Caracteriza-se por ser rica em micronutrientes (minerais e vitaminas), principalmente C e do complexo B, sendo que 100g de polpa por dia são suficientes para suprir de 80% a 100% das necessidades diárias de um indivíduo adulto, segundo valores de IDR (EMBRAPA, 2016), mas os subprodutos (albedo e casca) também apresenta micronutrientes pertinentes à saúde. A tabela 1 apresenta a composição mineral de todas as partes do maracujá amarelo.

Tabela 1 - Composição mineral do maracujá amarelo (mg / 100 g de peso seco) com média e desvio padrão

MINERAIS	MARACUJÁ AMARELO		
	POLPA	CASCA (ALBEDO)	SEMENTE
Zinco	5.20 ± 0.10	1.00 ± 0.02	4.10 ± 0.09
Ferro	5.50 ± 0.03	3.20 ± 0.04	5.20 ± 0.02
Boro	0.70 ± 0.02	1.30 ± 0.03	0.40 ± 0.01
Manganês	1.20 ± 0.05	0.50 ± 0.0	2.20 ± 0.05
Cobre	0.60 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.90 ± 0.02
Fósforo	380 ± 1.98	140 ± 1.30	310 ± 2.05
Sódio	1.40 ± 0.02	2.20 ± 0.02	3.46 ± 0.07
Magnésio	200 ± 1.23	120 ± 0.90	150 ± 1.10
Potássio	3800 ± 25.5	2600 ± 15.7	760 ± 6.40
Cálcio	50.00 ± 0.40	250 ± 1.98	30.00 ± 0.35

Fonte: Adaptado Reis *et al.* (2018).

Pode-se observar o potencial de todas as partes do maracujá de proporcionar quantidade diária recomendada de minerais. No entanto, a polpa apresenta maiores concentrações de minerais do que as cascas, pois como visto, somente essa parte da

fruta fornece 30 e 69% de ferro para a ingestão diária recomendada para mulheres e homens (REIS *et al.*, 2018). Assim como, ainda conforme Reis *et al.* (2018), as concentrações de boro e sódio de todas as partes no maracujá estão de acordo com os níveis toleráveis de ingestão superior a partir de um ano de idade.

Considerando os macronutrientes do maracujá amarelo, conforme a EMBRAPA (2016), em 100g de polpa fresca contém em média: carboidrato (12,3 g), proteínas (2 g), lipídeos (2,1 g) e fibras alimentares (1,1%). Por isso, seu emprego em maior escala é destinado ao processamento, na fabricação de polpa e suco, mas também tem outros usos na culinária, na indústria farmacêutica e de cosméticos.

O maracujá tem um alto teor em compostos bioativos, como: polifenóis (principalmente antocianinas e flavonoides) e carotenoides (b-caroteno como componente principal) que no organismo humano são usados como matéria-prima para a síntese de vitamina A (retinol) (REIS *et al.*, 2018; EMBRAPA, 2016). Reconhecidamente esses compostos têm efeito protetor contra doenças degenerativas e crônicas, pois são antiplaquetárias, anti-inflamatórias e atuam como inibidores da mutagênese e carcinogênese, além de outras atividades biológicas na saúde como: atividades antivirais e antialérgicas (REIS *et al.*, 2018). A tabela 2 exibe a quantidade de carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas em diferentes partes do maracujá amarelo (lg / 100g de massa seca; média e desvio padrão).

Tabela 2 - Quantidade de carotenoides, polifenóis, flavonoides e antocianinas em diferentes partes do maracujá amarelo (lg / 100g de massa seca; média e desvio padrão)

COMPOSTOS BIOATIVOS	MARACUJÁ AMARELO		
	POLPA	CASCA (ALBEDO)	SEMENTE
Carotenóides			
Luteína	44.28 ± 2.33	504.97 ± 24.77	-
Zeaxantina	65.51 ± 0.86	65.61 ± 0.22	-
Criptoxantina	254.38 ± 3.32	75.31 ± 0.05	-
α-caroteno	86.43 ± 4.59	ND	-
β-caroteno	1334 ± 78.8	272.52 ± 11.77	-
Licopeno	ND	ND	-
Provitamina A*	111.16 ± 6.57	22.71 ± 0.98	-
Carotenóides totais	1785 ± 81.5	918.41 ± 36.81	-
Compostos fenólicos			
Compostos fenólicos	1297.31 ± 13.43	1061.87 ± 25.00	346.69 ± 6.58b
Flavonóides			
Quercetina	506.45 ± 23.79	760.21 ± 32.07	ND
Kaempferol	199.66 ± 1.10	ND	375.32 ± 13.50
Antocianinas totais			
DPPH	0.20 ± 0.03	1.69 ± 0.03	1.18 ± 0.03

ABTS	0.82 ± 0.03	2.22 ± 0.01	3.84 ± 0.08
------	-------------	-------------	-------------

\* Expresso como Ig RAE (Equivalente de Atividade de Retinol)

ND - Não detectado

Fonte: Adaptado Dos Reis *et al.* (2018)

Observou-se a capacidade da polpa e dos resíduos do maracujá como fonte natural de flavonoides (principalmente quercetina), presença de compostos fenólicos, as polpas e cascas revelaram o maior teor e ação antioxidante maior das sementes para eliminar os radicais livres (REIS *et al.*, 2018). Mas o destaque é do perfil dos carotenoides, apresentou valores pertinentes, com exceção do licopeno. Mas ao considerar a atividade provitamina A, Reis *et al.* (2018) destacaram a capacidade da polpa de maracujá amarelo (100g) apresentando 15 e 11% de Ingestão Dietética de Referência (DRI) de vitamina A em mulheres e homens (14 anos), respectivamente.

A diversidade edafoclimática brasileira possibilita a produção e o cultivo de diversas espécies de frutas, posicionando o país como um dos maiores produtores do setor agroindustrial da fruticultura. Este setor movimentou em torno de 35 bilhões de dólares no país em 2017, e teve uma produção de frutas de aproximadamente 41,5 milhões de toneladas em 2018, colocando o país como terceiro maior produtor mundial, atrás somente da China e Índia, conforme Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura (FAO) (SEBRAE, 2017; SEBRAE, 2018).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, com aproximadamente 602.651 toneladas em 2018, sendo o estado da Bahia o maior produtor nacional com aproximadamente 160.902 toneladas, enquanto o estado do Pará a quantidade produzida foi 12.772 toneladas, sendo o décimo segundo produtor nacional conforme dados da Produção Agrícola Municipal de 2018 disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (EMBRAPA, 2019).

O avanço na produção e processamento no setor de fruticultura do país para a extração de sucos, polpas e óleos gera um elevado excedente de matérias, considerados como subprodutos, somente o maracujá para obtenção de polpa, produz por ano cerca de 54 mil toneladas de resíduos, tais como sementes e cascas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2019; LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2013), contudo o aumento no consumo eleva a geração de resíduos podendo aumentar o custo à destinação adequada dos subprodutos, além de ocasionar impactos ambientais.

Porém, há uma crescente demanda por fontes mais baratas de nutrientes e substâncias naturais biologicamente ativas, e isso vem estimulando a exploração adequada de subprodutos do processamento de frutas, como casca e sementes. Portanto, o aproveitamento de resíduos além de reduzir o desperdício, contribui na agregação de valor via aproveitamento do descarte do processamento da fruta, como a casca e a semente do maracujá (EMBRAPA, 2016).

### 3.4.1 Aproveitamento de resíduos na indústria alimentícia

O processamento do maracujá amarelo em escala industrial deixa uma quantidade considerável de cascas e sementes como subprodutos e estudos buscam o aproveitamento de suas características e propriedades funcionais, que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de novos produtos. O albedo ainda é o principal tipo de resíduo utilizado na elaboração de produtos alimentícios, porém observa-se o interesse na semente e na mistura de resíduos (casca e albedo) que está sendo aplicada em novos produtos (Quadro 3).

Quadro 3 – Produtos, análises e resultados principais dos artigos utilizados na revisão do aproveitamento dos subprodutos de maracujá amarelo

	<b>Produto Elaborado</b>	<b>Análises</b>	<b>Resultados Principais</b>	<b>Referências</b>
<b>Semente</b>	Bebidas lácteas com adição de extrato de semente de maracujá para prevenir a oxidação de lipídios	Características do extrato de semente de maracujá e bebidas lácteas, Oxidação de lipídios durante o armazenamento e Digestão simulada.	Potencial do extrato de semente de maracujá e dos tratamentos térmicos para aumentar a estabilidade à oxidação de bebidas lácteas contendo ácidos graxos ômega-3.	Rotta et al., 2020.
<b>Albedo</b>	Biscoito com a farinha da casca do maracujá.	Análise sensorial e análise microbiológica	Biscoitos (10 e 20% da farinha da casca do maracujá) obtiveram aceitação e análise microbiológica indicou acordo com a legislação vigente.	Nascimento et al., 2020.
	Bolo de milho acrescido de farinha de maracujá e farelo de aveia.	Análises sensoriais de aceitação global e aceitação por atributos.	Bolo com melhor aceitação sensorial foi de 5% de adição de farinha de maracujá.	Maia et al., 2018.
	Doces em massa de maracujá, acerola e	Análises físico-químicas,	O uso do mesocarpo do maracujá amarelo e	Silva et al.,

	cajá a partir do mesocarpo de maracujá amarelo	composição centesimal e testes sensoriais.	polpa de frutas tropicais é viável para elaboração de doces em massa.	2020.
	Geleia de maracujá com pimenta malagueta e casca de maracujá amarelo como fonte de pectina	A físico-químicas, sensorial e intenção de compra.	A geleia de maracujá com maior teor do suco de maracujá foi melhor avaliada tanto para as propriedades sensoriais como para a intenção de compras.	Resosemito et al. 2020.
	Geleia de GojiBerry artesanal usando pectina obtida do mesocarpo do maracujá.	Análise sensorial e aceitação.	A geleia teve aceitabilidade pelos participantes podendo ser elaborada e consumida.	De Araujo et al., 2020.
	Geleia produzidas a partir do aproveitamento do albedo de maracujá amarelo.	Análise físico-químicas e sensorial.	Geleia produzida a partir do aproveitamento do albedo do maracujá amarelo foi bem aceita e pode ser uma alternativa viável para a indústria processadora de frutas.	Costa et al., 2021.
	Produtos do tipo “spam” formulados com carne de tilápia separada mecanicamente e adicionado farinha de albedo de maracujá e transglutaminase.	Análises físico-químicas, tecnológicas, bacteriológicas e sensoriais	A formulação mais aceita continha 2,5% de farinha de albedo e 1% transglutaminase, que apresentou alto valor nutricional, possibilitando o aproveitamento de resíduos de maracujá e filetagem de tilápia.	Santos et al., 2021a.
<b>Casca e albedo</b>	Biscoitos tipo cookie sem glúten contendo uma farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz.	Análise sensorial e avaliação física.	Biscoito tipo cookies utilizando farinha de coprodutos (cascas e albedo de maracujá) pode ser uma alternativa viável para o consumo por portadores de doença celíaca.	De Souza et al., 2020.

Fonte: Autora, 2021.

Esta revisão encontrou a utilização de resíduos desta fruta tanto na elaboração de produtos como biscoitos, bolo e produtos cárneos enriquecidos com farinha, geleias e doces, quanto na extração de pectina, servindo como matéria-prima para a formulação de novos produtos, assim como utilização de extrato da semente do maracujá em bebidas lácteas. Outrossim, considerando as variedades de compostos em diferentes partes do maracujá, assim, é imprescindível diversas análises, dentre as mais realizadas: físico-química como forma de caracterização e quantificação, assim como análises

microbiológicas para monitorar as condições higiênico-sanitárias dos produtos e, ainda, a análise sensorial com intuito de avaliar a aceitabilidade desses novos produtos.

A utilização de farinha do albedo e da casca de maracujá como ingredientes funcionais no processamento de produtos de panificação associada às farinhas de cereais como o milho, trigo e arroz, como visto nas pesquisas de Nascimento *et al.* (2020), Maia *et al.* (2018) e De Souza *et al.* (2020). O enriquecimento desses produtos com a farinha do resíduo do maracujá teve boa aceitação em relação aos atributos de aparência, sabor, além de apresentar menor valor calórico, bem como agrega compostos da casca, assim como cálcio, sódio e potássio. Além disso, o uso desses subprodutos na fabricação de farinha para produtos de panificação pode ser uma alternativa viável para o consumo por portadores de doença celíaca (DE SOUZA, *et al.* 2020).

O albedo do maracujá apresenta alto teor de fibras, especificamente a fibra solúvel pectina, um polissacarídeo complexo formado por ácido galacturônico, que apresenta propriedades gelificantes que é de grande interesse industrial, se tornando uma alternativa de espessante natural para a indústria (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Nos estudos realizados por Resosemito *et al.* (2020), De Araújo *et al.* (2020), Costa *et al.* (2021) utilizaram a pectina do albedo do maracujá como agente geleificante e estabilizante contribuindo para redução do custo para a produção de geleias, pois além de dispensar totalmente o uso da pectina comercial (produto de preço elevado), também reduzir à destinação imprópria dos resíduos industriais (RESOSEMITO *et al.*, 2020; COSTA *et al.*, 2021).

Santos *et al.* (2021a) apresenta a relevância tecnológica e funcional da farinha do albedo do maracujá, especificamente fibras alimentícias, principalmente na capacidade de emulsão, auxiliando na absorção de água e gordura. O enriquecimento da farinha na porcentagem de 2,5% provocou alterações nas características físico-químicas e tecnológicas dos produtos cárneos, melhoras foram observadas na perda de peso por cozimento, na estabilidade de emulsão, na dureza, na mastigabilidade, e no aumento do valor nutricional (SANTOS *et al.*, 2021a).

Por fim, a semente do maracujá também surge como opção para aumentar a qualidade e diminuir a degradação de nutrientes em bebidas lácteas, como abordado no estudo de Rotta *et al.*, (2020). A semente de maracujá é considerada uma importante fonte de compostos bioativos, principalmente compostos fenólicos, aumentando a atividade antioxidante, assim o extrato da semente do maracujá pode ser usado como

um ingrediente natural para prevenir a oxidação de lipídios, por conseguinte aumentar a vida útil e melhorar as propriedades sensoriais e nutricionais dos produtos lácteos fortificados (ROTTA *et al.*, 2020).

### 3.4.2 Compostos bioativos nos constituintes do Maracujá

A casca e as sementes de maracujá apresentam quantidades consideráveis de proteína e micronutrientes (minerais), além de substâncias bioativas, como fibras alimentares, ácidos graxos essenciais e compostos bioativos (polifenóis e carotenoides) (REIS *et al.*, 2018). O uso desses subprodutos possibilita o enriquecimento de alimentos, têm efeitos terapêuticos à saúde humana, bem como reduzem o desperdício, promovendo um menor impacto ambiental e econômico.

A casca de maracujá, que representa 40% a 60% do peso da fruta, é composta de flavedo e albedo. O flavedo contém grandes quantidades de compostos bioativos, como a luteolina flavonoide e fibras, que têm a capacidade de reduzir o LDL e aumentar os níveis de HDL, útil para melhorar o tratamento de doenças como diabetes e promoção da redução de peso corporal (RIBEIRO, 2018). Já o albedo (parte branca) contém um alto conteúdo niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e alto teor de fibras dietéticas, principalmente, pectina (RIBEIRO, 2018; EMBRAPA, 2016). As sementes no maracujá representam cerca de 6% a 12% do peso total do fruto e podem ser boas fontes de carboidratos, proteínas e minerais. O Quadro 4 apresenta algumas pesquisas que abordaram a presença de compostos bioativos nos subprodutos de maracujá amarelo, suas funcionalidades e benefícios à saúde.

Quadro 4 – Compostos bioativos presentes dos subprodutos de maracujá amarelo, suas funcionalidades e benefícios à saúde.

	<b>Compostos bioativos</b>	<b>Funcionalidade</b>	<b>Benefícios</b>	<b>Referência</b>
<b>Casca</b>	-Fibras dietéticas (solúveis e insolúveis); -Polissacarídeos hemicelulósicos;	- Fibra alimentar solúvel composta por 92% de unidades de alfa-galactosidase (GalA) e apresentava homo galacturonana metil esterificado; - A administração oral de fibra alimentar solúvel (SDF) reduziu significativamente as	- Redução da glicose no sangue em jejum e hemoglobina glicada em indivíduos com diabetes tipo 2;  - Reduz o nível de triglicerídeos em	Abboud <i>et al.</i> 2019.

	- Pectina.	úlceras gástricas induzidas por etanol e evitou a depleção dos níveis de hormônio estimulador do crescimento (GSH) e mucosas da parede gástrica	mulheres hipercolesterêmicas	
	- Pectina	- A pectina contribui para a gelificação, estabilização da emulsão e entrega de fibra nutricional; - As pectinas com alto teor de metoxi são usadas principalmente para compotas e servem como estabilizantes	- Doenças do refluxo gastroesofágico e antidiarreico.	Vasco-Correa; Zapata, 2017.
	- Kaempferol	Flavonoides com capacidade antioxidante ao reduzir o stress oxidativo.	Inibidores de carcinogênese.	Reis <i>et al.</i> 2018.
	- Luteína; - Zeaxantina; - Criptoxantina; - β-caroteno	- Atividade da provitamina A; - Antiplaquetários; - Atividades anti-inflamatórias.	- Efeito protetor contra doenças degenerativas e crônicas.	
Semente	- Ácido linoléico (n-6); -Ácido alfa linolênico (n-3).	- O óleo de semente contendo ácido alfa-linolênico exibiu propriedade antimicrobiana indicando o potencial para seu uso como conservante natural	- Alta capacidade antioxidante - Regula uma variedade de funções fisiológicas e biológicas e fornece efeito protetor	
	- Piceatannol	- Piceatannol é um polifenol que exibe uma maior atividade antioxidante	- Proteção contra o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis	Reis <i>et al.</i> 2018.
	- Ácido linoléico - Ácido esteárico - Ácido palmítico - Ácido oleico - Ácido láurico	Indução de estresse oxidativo em células tumorais por meio da avaliação da peroxidação lipídica e carbonilação de proteínas; Aumento da citotoxicidade e o provável mecanismo responsável por tal efeito são as espécies reativas	-Atividade antitumoral.	Mota <i>et al.</i> , 2018.

	intracelulares de oxigênio (ROS) ao longo da geração através de dano mitocondrial; Parada do ciclo celular e apoptose.
<b>Semente e casca</b>	<p>- Conhecida por seu efeito anti-inflamatório, vasodilatador, atividade anti-obesidade e anti-aterosclerótica</p> <p>- Efeito protetor contra doenças degenerativas e crônicas, além de atuar como inibidor de mutagênese e carcinogênese.</p> <p>Reis <i>et al.</i> 2018.</p>

Fonte: Autora, 2021.

Os compostos bioativos do maracujá amarelo observados incluem polifenóis, como quercetina na semente e casca, kaempferol na casca, piceatonol na semente, carotenoides (luteína; zeaxantina; criptoxantina;  $\beta$ -caroteno) na casca, ácidos graxos essenciais (ácido linoleico, oleico, esteárico, palmítico e láurico) na semente, assim como fibras alimentares solúveis, como a pectina encontrada no albedo. As funcionalidades desses compostos incluem antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, anti-hipertensiva, vasodilatador, atividade anti-obesidade e anti-aterosclerótica, gastroprotetora e antidiabética. Por conseguinte, o consumo desses resíduos pode contribuir para efeito protetor contra doenças crônicas e degenerativas (cardiovasculares, diabetes e cânceres).

Outrossim, estudos vêm demonstrando que subprodutos de frutas (cascas e sementes) podem ser úteis para diminuir o risco de doenças crônicas, diminuindo a absorção de glicose e triacilglicerol, através da inibição das atividades de  $\alpha$ -glucosidase e lipase respectivamente (AMBIGAIPALAN, CAMARGO, SHAHIDI, 2017). Ainda conforme os autores, há pesquisas apoiando o uso de diferentes subprodutos de frutas como fontes de antioxidantes que podem proteger o LDL humano da oxidação e danos ao DNA, sendo biomarcadores bem conhecidos para um potencial desenvolvimento de doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer (AMBIGAIPALAN, CAMARGO, SHAHIDI, 2017).

A utilização de produtos alimentícios elaborado a partir desses resíduos, como a farinha do albedo do maracujá, demonstram efeitos positivos em parâmetros metabólicos, como controle de glicemia, perfis lipídicos e status antioxidante dos tecidos humanos, como visto nas pesquisas desenvolvidas *in vivo* por Souza *et al.*

(2020), Do Socorro *et al.* (2016), Lima *et al.* (2016), Panelli *et al.* (2018). Na figura 7 apresenta-se um resumo dos efeitos da farinha do albedo do maracujá amarelo em parâmetros metabólicos.

A suplementação de farinha do albedo do maracujá (FAM) poderia ser usada com terapia coadjuvante na diminuição da resistência insulina em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. Como visto no estudo desenvolvido por Souza *et al.* (2020), que teve como objetivo analisar o custo-eficácia do albedo do maracujá *versus* a cúrcuma no controle glicêmico e lipídico de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2, sendo que o grupo que utilizou a farinha do albedo durante 120 dias (cápsula com 500g por três vezes ao dia) apresentou maior redução da glicemia e hemoglobina glicada em comparação com o placebo e a farinha de cúrcuma.

A farinha do albedo do maracujá mostrou-se uma opção na redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos em pacientes com HIV, como visto na pesquisa realizada por Do Socorro *et al.* (2016) ao avaliar os efeitos do uso de 30g da FAM por 90 dias associada com uma dietoterapia em 36 pacientes com lipodistrofia e HIV que estavam em um ambulatório de um hospital universitário em Belém/PA.

Figura 9 - Efeitos da farinha do albedo do maracujá amarelo em parâmetros metabólicos.



Fonte: Adaptado de Vuolo; Lima; Maróstica Junior, (2019)

No estudo de Lima *et al.* (2016) com ratos alimentados com uma dieta rica em gordura e ingestão de FAM, observou-se neutralização do ganho de peso corporal e

indicou regulação da saciedade, bem como diminuiu a adiposidade, aumento da leptina, aumento da adiponectina, aumento do peptídeo semelhante ao glucagon – 1 (GLP-1), proporcionando uma regulação do peso corporal desses animais mesmo consumindo gordura exacerbadamente. A utilização do albedo também foi eficaz para melhorar a composição corporal e os parâmetros metabólicos e antioxidantes em ratos obesos, reduzindo a gordura corporal e malondialdeído, e melhorando a dislipidemia e capacidade antioxidante (PANELLI *et al.*, 2018).

Santos *et al.* (2021b) ressalta que o albedo é considerado um prebiótico, pois possui fibras dietéticas, principalmente pectina, que não são digeríveis, mas são fermentados pela microbiota intestinal no cólon podendo aumentar ácidos graxos de cadeia curta (butirato e o proprionato) que têm mostrado capacidade anti-inflamatória, estimulando a formação de gel, induzindo a alteração no tempo de esvaziamento gástrico e trânsito intestinal, por conseguinte diminuindo assim a velocidade de absorção de carboidratos e gorduras.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GERAL

Determinação *in vitro* dos compostos bioativos no albedo de maracujá (*passiflora edulis*).

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar rendimentos das partes do maracujá-amarelo *in natura* e da farinha;
- Avaliar as características físico-químicas do albedo *in natura* Maracujá e de sua farinha;
- Determinar seus teores de: clorofila A e clorofila B do albedo do maracujá-amarelo *in natura* e da farinha;
- Avaliar seus teores de compostos fenólicos (Polifenóis totais) do albedo do maracujá-amarelo *in natura* e da farinha;
- Avaliar seus teores de Flavonoides do albedo do maracujá-amarelo *in natura* e da farinha;
- Avaliar seus teores de Antocianinas do albedo do maracujá-amarelo *in natura* e da farinha;
- Avaliar seus teores de Vitamina C do albedo do maracujá-amarelo *in natura* e da farinha;
- Determinar o teor de pectina da farinha do albedo do maracujá-amarelo;
- Propriedades tecnológicas funcionais da farinha do albedo do maracujá-amarelo;
- Determinar a estrutura morfológica dos grânulos da farinha de albedo do maracujá-amarelo.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 PREPARO DA AMOSTRA

Os frutos de maracujá (*Passiflora edulis*) foram obtidos na Central de Abastecimento do Pará (CEASA) localizado na Região Metropolitana do Município de Belém, Estado do Pará, Brasil. Foram transportadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD), sendo armazenadas sob refrigeração à temperatura de 7 °C no Laboratório de Ciências dos Alimentos da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Posteriormente, realizaram-se procedimentos de seleção, lavagem em água corrente com o auxílio de esponja e sabão neutro. Em seguida foram submetidos à sanitização com solução de hipoclorito de sódio a 20 ppm por 15 minutos. Os frutos sanitizados foram submetidos à primeira pesagem para cálculo de rendimento e realizado a separação das cascas. O albedo obtido foi trituradas e submetidas a secagem em estufa de circulação e renovação de ar forçada (marca Thoth e modelo 520) na temperatura de 55°C e velocidade de ar de 1,0 m.s<sup>-1</sup> durante 12 horas. A Farinha do albedo de maracujá amarelo desidratada por estufa foi designada de FCMDE.

Ao final dos tratamentos, o albedo seco foi trituradas em moinho de facas do tipo Willye (marca Fortinox, modelo Start FT 50) por 5 minutos, em seguida pesada para o cálculo do rendimento. Posteriormente, a farinha seguiu para classificação granulométrica em agitador magnético (marca Bertel e modelo VP-01). Por fim, a farinha foi acondicionada em embalagem asséptica de polietileno à vácuo, sob papel laminadas livre de luminosidade e armazenada sob dessecador de vidro até momento das análises. O processo para obtenção da farinha do albedo de maracujá amarelo desidratada por estufa está representado na Figura 10.

Figura 10 – Processo para obtenção da farinha do albedo de maracujá amarelo desidratada por estufa



Fonte: Autora, 2021.

## 5.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS FARINHAS DA CASCA DO MARACUJÁ AMARELO

### 5.2.1 Rendimento

O rendimento dos produtos elaborados foi determinado por método gravimétrico na diferença entre a amostra fresca e a amostra desidratada. Foi utilizada balança semi-analíticas (marca Bel e modelo L303i) nesta determinação. O cálculo do rendimento do óleo foi realizado pela seguinte equação 1:

Equação 1

$$\text{Rendimento da farinha (\%/g)} = \frac{\text{Amostra in natura (g)}}{\text{Amostra seca (g)}} \times 100$$

### 5.2.2 Granulometria

Para análise de granulometria, utilizou-se um agitador eletromagnético de peneiras redondas da marca Bertel, modelo VP-01. Para a classificação granulométrica foram peneiradas 100 g de amostra de farinha acima descrita, durante 10 minutos, em um conjunto de seis peneiras arredondadas e vibratórias, com aberturas de malhas de 9, 20, 28, 60, 80 e 100 mesh (2,00 mm, 850 µm, 600 µm, 250 µm, 180 µm e 150 µm, respectivamente) e uma base. Em seguida, os conteúdos retidos em cada peneira

foram pesados em uma balança semi-analíticas (marca Bel e modelo L303i) com precisão de  $\pm 0,01$  g, e expressos em porcentagens de retenção, seguindo o procedimento padrão descrito por GERMANI, BENASSI E CARVALHO (1997). A classificação granulométrica foi realizada em duplicata para cada uma das amostras.

### 5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

#### 5.3.1 Atividade de água ( $A_w$ )

A Atividade de água do material *in natura* e FAMDE foram realizadas através de medida direta, em instrumento Labmaster-aw neo Series 3TE da NOVASINA, com controle interno de temperatura a 25 °C. Foram pesadas três alíquotas, colocadas em cápsulas apropriadas para determinação dessa característica.

#### 5.3.2 Umidade (U)

Para a determinação do teor de umidade utilizou-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985). Primeiramente, pesou-se em balança semi-analíticas (marca Bel e modelo L303i), aproximadamente 10 g de amostra (em triplicata) em cadinhos previamente tarados. Em seguida, os cadinhos contendo as amostras foram colocados em estufa (marca Thoth e modelo 520) com circulação forçada de ar a 105 °C. Após peso constante, as amostras foram resfriadas em dessecador e pesadas novamente. A quantificação da umidade ocorreu de acordo com a Equação 2:

Equação 2

$$\%U_{bu} = \left[ \frac{(P_c + P_{au}) - (P_c + P_{as})}{P_{au}} \right] \times 100$$

#### 5.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

Para a análise de pH foi utilizado potenciômetro de bancada (marca MS Tecnopon modelo mPA210), previamente calibrado com soluções de tampão pH. Foi pesado 1 g da amostra (*in natura* e farinha) em um becker de 50 mL e diluída em 20 mL de água destilada, seguindo o método de nº 981.12 da AOAC (2010) em triplicata.

#### 5.3.4 Acidez Total Titulavel (ATT)

De acordo com as normas expressas por Adolfo Lutz (1985) com resultados descritos em porcentagem (%) de ácido cítrico (100. g<sup>-1</sup>).

Para determinação de ATT, foram pesados 10g de amostra e transferidas para um frasco Erlenmeyer de 125 mL com auxílio de 75 mL de água destilada, em seguidas, foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína, e sob agitação, titulada com NaOH (hidróxido de sódio) 0,1 N até alteração da cor. A ATT foi determinada conforme equação 3:

Equação 3

$$\text{ATT} = \frac{\text{Volume de NaOH gasto na titulação} \times \text{Fator de Correção do NaOH} \times 10}{\text{Peso da amostra (g)}}$$

### 5.3.5 Sólidos Solúveis Totais (SST)

A determinação do SST °Brix foi obtido por meio do índice de refração de acordo com IAL (2008) através da leitura em refratômetro digital de bancada da marca Guimis, modelo 1809001. Para tanto, as amostras foram diluídas 1g tanto *in natura* quanto da farinha do albedo de maracujá em 50 mL de água destilada.

### 5.3.5 Açúcares redutores (AR)

A determinação dos açúcares redutores foi realizada pelo método de Lane e Eynon, que utiliza a solução de Fehling. Para tanto, foram transferidos para um erlenmeyer de 250 mL, com auxílio de pipeta, 5 mL da solução A e 5 mL da solução B de Fehling, e adicionados 50 mL de água destilada, aquecendo-se até a ebulição. Em seguida a amostra teste foi transferida para uma bureta de 25 mL e adicionada gota a gota sobre a solução de Fehling, em ebulição, agitando-se sempre até que a solução passou da cor azul a incolor. No fundo do erlenmeyer ficou um resíduo avermelhado, quando foram adicionadas 2 a 3 gotas de azul de metileno e concluída a titulação com a mudança de coloração. A solução de Fehling foi padronizado anteriormente com uma solução de glicose a 0,5% v/v em água, com seis repetições. O resultado foi determinado conforme equação 4:

Equação 4

$$\text{AR} = \frac{100 \times \text{n}^\circ \text{ mL da solução p da amostra} \times \text{n}^\circ \text{ glicose em 10 mL de Fehling}}{\text{Peso da amostra (g)} \times \text{volume em mL gasto na titulação}}$$

## 5.4 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DO ALBEDO DE MARACUJÁ AMARELO

### 5.4.1 Polifenóis Totais

O teor de Polifenóis totais foi analisado, de acordo com o ensaio de Folin Ciocalteu, tal como descrito por Ali akbarian et al., (2011), utilizando-se um espectrofotômetro UV-Vis, marca Kasuaki e modelo IL- 592, a um comprimento de onda de 725 nm e os resultados foram calculados através da curva-padrão de ácido gálico com equação da reta  $y=0,0017x$  ( $R^2=0,9966$ ).

### 5.4.2 Análise de Flavonoides e Antocianinas

Para determinação de flavonoides e antocianinas foi analisado de acordo com a metodologia descrita por Lees, francis (1972) com leitura em espectrofotômetro UV-Vis, marca Kasuaki e modelo IL- 592 no comprimento de onda de 374 nm para flavonoides e 535 nm para antocianinas.

### 5.4.3 Ácido Ascórbico (Vitamina C)

O teor de vitamina C foi determinado por meio do método de Tillmans (CARVALHO et al., 1990), titulado com 2,6-diclorofenol indofenol. Uma alíquota de 3g da amostra foi homogeneizada com 50 mL de água destilada e 50 mL de solução de ácido oxálico a 1%. Esta foi titulada até coloração rosa persistente durante 15 segundos, obtendo-se o volume gasto em mL (IAL, 2005). Para o cálculo do teor de vitamina C foi utilizada a equação 5:

Equação 5

$$\text{Vitamina C (mg/100g)} = \frac{\text{Volume gasto na titulação} \times 100 \times \text{Fator de correção}}{\text{Peso da amostra (g)}}$$

### 5.4.4 Análise de Clorofilas

As clorofilas e os carotenoides foram quantificados por espectrofotometria, utilizando-se um espectrofotômetro de marca Shimadzu – UV spectrophotometer. A metodologia seguiu o método analítico descrito por Nagata e Yamashita (1992), posteriormente validado por Vinha et al. (2014b). Aproximadamente 1,0 g de cada

amostra foi submetido a um processo de extração, sendo posteriormente efetuada a leitura das absorvências dos sobrenadantes, aos comprimentos de onda 453, 505, 645 e 663 nm em espectrofotômetro UV-Vis, marca Kasuaki e modelo IL- 592. Os teores de clorofila a e clorofila b foram quantificados de acordo com as seguintes equações:

- Teores de clorofila a

Equação 6

$$\text{Clorofila a } \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}}\right) = -0,999A_{663} + 0,0989A_{645}$$

- Teores de clorofila b

Equação 7

$$\text{Clorofila b (mg/g)} = -0,328A_{663} + 1,77A_{645}$$

## 5.5 PECTINA

A pectina presente nas amostras de farinha foi determinada pelo método proposto por Munhoz (2008) com adaptações. Foram pesadas 4g da amostra em balança de precisão. Posteriormente foram adicionados 200 mL de solução de ácido cítrico na concentração de 5%. A mistura foi submetida banho ultrassom (marca SolidSteel e modelo SSBuc) por 10 minutos. Em seguida foi submetida a aquecimento por 1 hora a temperatura de  $95 \pm 2^\circ\text{C}$ . Após a extração ácida, as amostras foram resfriadas em banho ultra termostatizado (marca SP Labor e modelo SP-152/10) a  $4^\circ\text{C}$  por 120 minutos. Em seguida foi filtrado em papel de filtro. Ao filtrado adicionou-se álcool etílico 95% na proporção 1:2 e a mistura resultante foi deixada em repouso por 60 minutos. Em seguida foi novamente filtrado em papel de filtro. O gel retido no papel foi desidratado em estufa a  $60^\circ\text{C}$  por 12 horas. O rendimento de pectina foi calculado a partir do peso inicial da amostra conforme equação:

Equação 8

$$\% \text{ Pectato de cálcio} = \frac{(\text{Peso final do papel} - \text{Peso inicial do papel}) \times 100}{\text{Peso da amostra (g)}}$$

## 5.6 ANÁLISES MORFOLOGICAS

As análises morfológicas dos grânulos foram realizadas pela visualização em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), acoplado com sistema de dispersão de espectro de energia de raio X. Sistema EDS (*Energy Dispersive X-ray Spectrometer*) para análises elementares qualitativas, com amostras acopladas em suportes e metalizados com Au/Pd (ouro/paládio) para permitir condutividade elétrica necessária no processo de formação das imagens, em Corrente do feixe de elétrons de 85-90  $\mu\text{A}$ . As imagens ou eletromicrografias foram realizadas em Microscópio eletrônico de varredura marca Tescan, modelo Vega3, instalado no Laboratório de Nanomanipulação (PPGF/ UFPA).

## 5.7 PROPRIEDADES FUNCIONAIS

As principais propriedades funcionais tecnológicas da farinha de albedo de maracujá foram avaliadas, a partir das seguintes análises:

- Capacidade de Absorção de Água (CAA): determinada pelos métodos descritos por Sosulski *et al.* (1976) e Ramos e Bora (2004, 2005). Amostras de 0,5 g foram homogeneizadas em 10 mL de água destilada por 1 minuto e deixada em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente. Em seguida serão centrifugadas por 30 minutos a 1300 Xg (marca Celm e modelo LS-3 Plus). A água retida após a centrifugação será considerada como água absorvida. O sedimento no tubo da centrífuga, após separação do sobrenadante será pesado e a capacidade de absorção de água (CAA), calculado pela Equação 9:

Equação 9

$$\text{CAA} = \frac{\text{Peso do Sedimento (g)} \times 100}{\text{Peso da amostra (g)}}$$

- Índice de Solubilidade em Água (ISA): determinado de acordo com a metodologia proposto por Anderson *et al.* (1969), com adaptações. O líquido sobrenadante, retirado e medido na proveta no momento da determinação da CAA, foi colocado em placa de petri, previamente tarada, e submetido à secagem em estufa com circulação de ar, por 4 h (ou até peso constante) à 105°C. Para obtenção do ISA, foi utilizado a equação 10:

Equação 10

$$\text{ISA} = \frac{\text{Resíduo da evaporação (g)} \times 100}{\text{Peso da amostra (g)}}$$

• Capacidade de Absorção de Água (CAA): determinada por uma combinação dos métodos descritos por Ramos e Bora (2004, 2005) e Gong *et al.* (2016). Para tanto foi pesado 0,5 g da amostra e acrescido 5 mL de óleo de milho marca Salada e homogeneizado em agitador de tubos tipo vortex (AP-56 – PHOENIX®), por 1 minuto e deixado em repouso por 30 minutos a temperatura ambiente. Após a homogeneização e descanso, o tubo contendo a amostra foi centrifugado (marca Celm e modelo LS-3 Plus) por 30 minutos a 3000 Xg. O óleo retido após a centrifugação foi considerado como óleo absorvido. Com auxílio de uma pipeta de pasteur óleo não absorvido foi removido e determinado seu volume em uma proveta de 10 mL. O sedimento no tubo da centrífuga, após separação do sobrenadante foi pesado e a CRO calculada pela expressão 11:

Equação 11

$$\text{CRO} = \frac{\text{Peso do Sedimento (g)} \times 100}{\text{Peso da amostra (g)}}$$

• Capacidade Emulsificante (CEM): determinada seguindo os métodos descritos por Ramos e Bora (2004, 2005) e Yasumatsu *et al.*, (1972). Procedeu-se à homogeneização em agitador de tubo tipo vortex (AP-56 – PHOENIX®), 1 g de amostra em 10 mL de água e 10 mL de óleo de soja por 1 minuto, em seguida o tubo foi centrifugado (marca Celm e modelo LS-3 Plus) a 4000 Xg por 5 minutos. A CEM foi calculada de acordo com a equação 12.

Equação 12

$$\text{CEM} = \frac{\text{Camada emulsificada (mL)} \times 100}{\text{Volume total no tubo (mL)}}$$

• Capacidade Emulsificante (CEM) e estabilidade da espuma (EE): determinada de acordo com os métodos descritos por Ramos e Bora (2004, 2005) e Coffmann e Garcia (1977). Pesou-se 1 g da amostra, suspendeu-se em 50 mL de água destilada. Em seguida agitado-se com auxílio de agitador mecânico (marca Fisatom e modelo 715).

Depois de agitado a solução foi colocada em uma proveta de 100 mL e calculada a camada de espuma, conforme aumento percentual com base nos volumes inicial de acordo com a equação 13.

Equação 13

$$\text{CEM} = \frac{\text{Volume Final} - \text{Volume Inicial} \times 100}{\text{Volume Inicial}}$$

- Estabilidade da Espuma (EE): mensurada por meio da medida direta da espuma durante o estado de repouso à temperatura ambiente em intervalos de tempo de 1, 5, 10, 30 e 60 minutos, definidos pela equação 14.

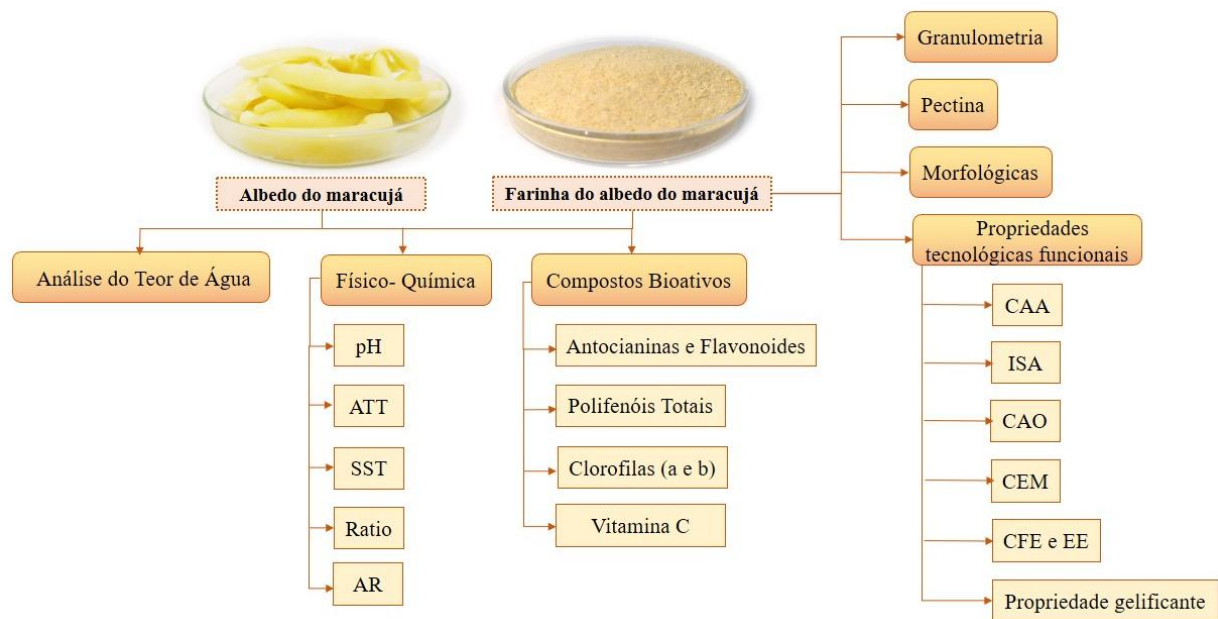
Equação 14

$$\text{CEM} = \frac{\text{Volume residual da espuma (mL)} \times 100}{\text{Volume inicial da espuma (mL)}}$$

- Propriedade gelificante: determinação conforme metodologia de Adebowale (2006). Com uso de tubos de ensaio, foram dispersões concentrações das amostras (2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%) em 20 mL de água e submetidas ao aquecimento em banho maria (marca SolidSteel e modelo SSD 30L) à 80 °C por 30 minutos. Em seguida, foram resfriadas à temperatura ambiente e refrigeradas (Refrigerador marca Eletrolux e modelo DC51) à 4 °C por 2 horas. Logo depois os tubos foram invertidos e analisados quanto à formação de gel iniciando com aquela de menor concentração. Esse é um teste qualitativo e foi dado símbolos para a formação do gel (-) quando não formou gel, ou seja, a água se desprende do material com facilidade, (±) quando formou um gel fraco, a água não se desprende, no entanto, a massa escorre pelas paredes do tubo e (+) quando se forma um gel de boa qualidade, ou seja, nem água nem massa se desprendem do tubo.

Análises realizadas no albedo *in natura* e farinha do maracujá estão apresentadas na Figura 11.

Figura 11 - Análises realizadas no albedo *in natura* e farinha do maracujá.



Fonte: Autora, 2021.

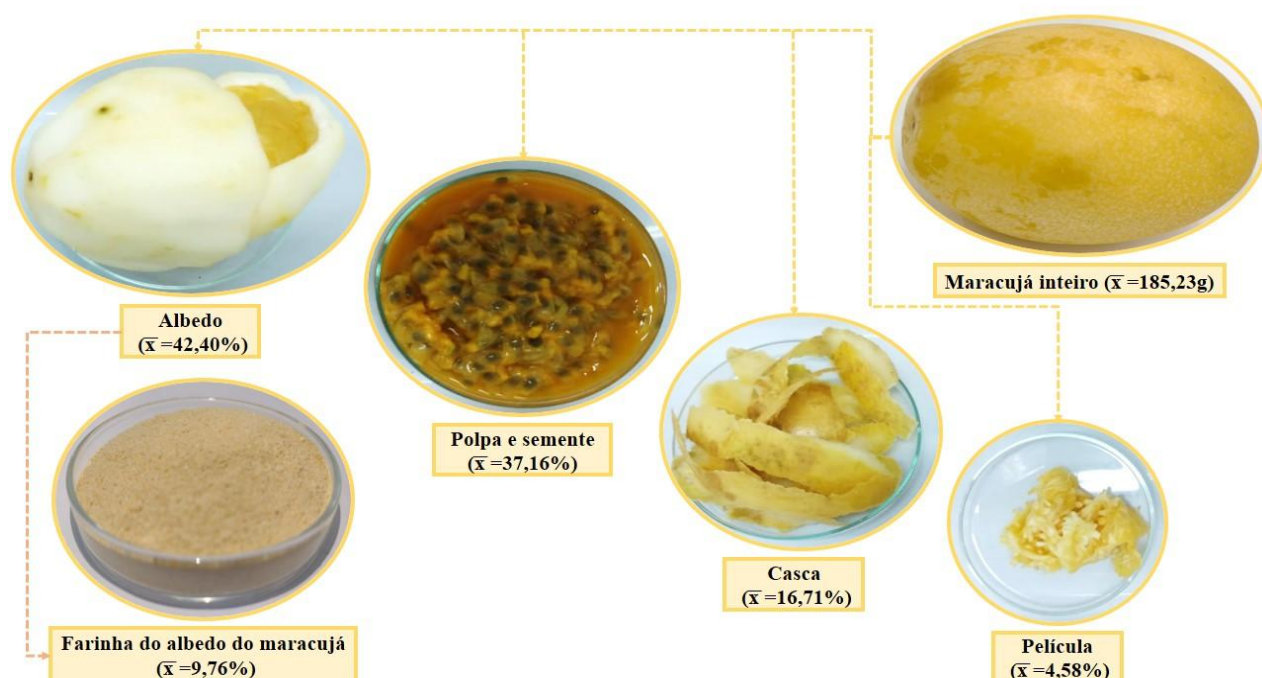
## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 RENDIMENTOS DAS PARTES DO MARACUJÁ-AMARELO *IN NATURA* E DA FARINHA

Todos os frutos utilizados nessa pesquisa se encontravam no estágio de maturação 3 com casca totalmente amarela conforme aplicado pelo Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura (2009).

O despulpamento de 100 unidades de maracujá proporcionou determinar o rendimento das partes desta fruta *in natura*, como visto na figura 12.

Figura 12 - Rendimento das partes do maracujá amarelo *in natura* e da farinha do albedo.



Dados para farinha do albedo do maracujá representam média de três medições  $\pm$  desvio-padrão  
 Fonte: Autora, 2021.

O maracujá amarelo em média pesava 185,23g, e as partes deste fruto em ordem decrescente foram: maior rendimento para albedo (42,40%), seguida de polpa e semente (37,16%), casca (16,71%), e a menor quantidade foi da película que envolve a polpa (4,58%). Talma *et al.* (2019) ao determinar a proporção em massa dos componentes de 80 unidades de maracujá amarelo em diferentes estádios de maturação, apresentaram rendimentos das partes de frutos maduros próximos aos analisados nesta pesquisa, no entanto, a ordem alterou quanto ao iniciou, com a polpa bruta (49.9%), seguida do

mesocarpo (32.3%), epicarpo (13.8%), endocarpo (3.9%), sendo o fruto inteiro (251,1 g) maior do que deste estudo.

Do total de albedo utilizado nesse estudo obteve-se rendimento de 9,76 % de FAMDE, o que foi possível perceber que o processo de desidratação em estufa removeu uma considerável quantidade de água do produto elaborado, o baixo rendimento em farinha se deve pelo alto teor de água presente no albedo do fruto 89,05 %. Este resultado é superior ao encontrado por Talma *et al.* (2019) para a farinha de mesocarpo (4,6%) maduro.

## 6.2 CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA DA FARINHA DO ALBEDO DO MARACUJÁ AMARELO (FAMDE)

Os resultados obtidos para valores das análises granulométricas da farinha do albedo do maracujá amarelo desidratada em estufa estão apresentados na tabela 3 e figura 13.

Na análise granulométrica a farinha do albedo do maracujá amarelo foi retida em seis tamises diferentes, incluindo o fundo. Mas essa amostra apresentou estrutura semi-fina com 47,5 % da massa retida na peneira de 60 mesh, e 75, 8% entre duas peneiras (60 e 80 mesh) de 250 e 180  $\mu\text{m}$ . Dessa forma a FAMDE é classificada como um pó semi-fino, com partículas que passam pelo tamis de abertura de malha de 355  $\mu\text{m}$  e, no máximo, 40% pelo tamis com abertura de malha de 180  $\mu\text{m}$ , conforme a classificação de pós da Farmacopeia Brasileira (2010). No entanto, para obter partículas menores desta farinha deve ser submetida a mais tempo de trituração de modo a se adquirir maior uniformidade das partículas, considerando que durante o processo de desidratação do albedo do maracujá em estufa transformou em uma estrutura rígida, evidenciada no momento da trituração.

Independente do tamanho da partícula terá uma aplicabilidade tecnológica e funcional, pois partículas de tamanhos menores possibilitam a formação de uma textura mais macia, ou seja, de menor dureza, enquanto grânulos maiores proporciona um aumento da crocância, maior dureza (SOUZA *et al.*, 2020). No entanto, essa última característica pode ser controlada pela homogeneização do tamanho das partículas, pois ocorre mais nas partículas maiores que serão menos hidratadas do que as menores, resultando em diferentes graus de cocção do produto (SAMPAIO, 2017).

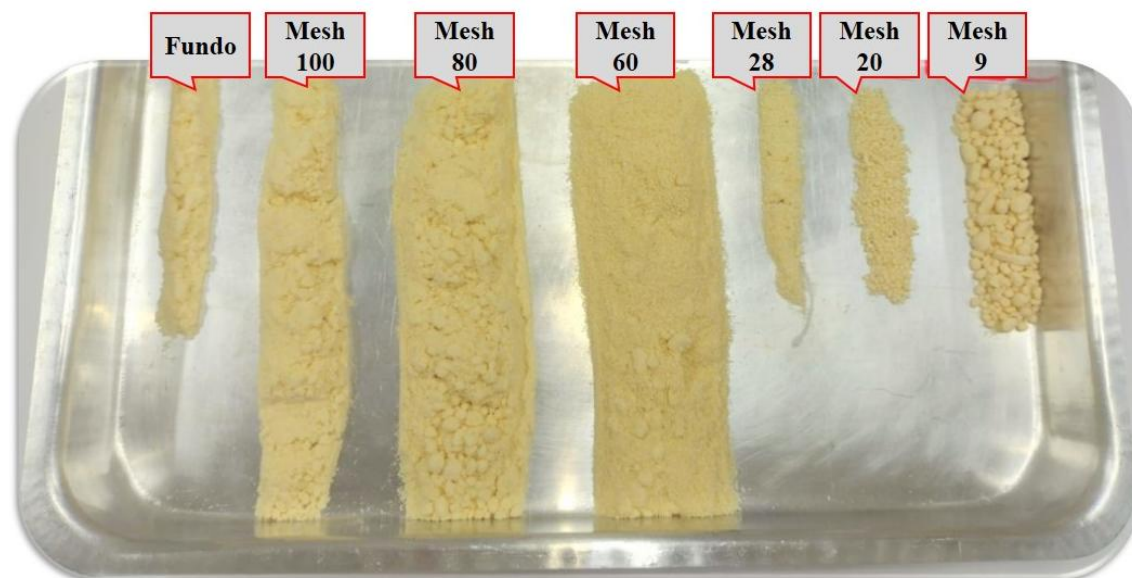
Tabela 3 - Granulometria da farinha do albedo de maracujá amarelo desidratada em estufa

Tratamento/Mesh	9	20	28	60	80	100	Fundo
FAMDE	6,1	2,2	1,5	47,5	28,3	11,6	2,8

Dados representam a média de dois medições  $\pm$  desvio-padrão e resultado em %.

Fonte: Autor, 2021.

Figura 13 – Aspecto granulométrico da farinha do albedo do maracujá amarelo desidratada em estufa.



Fonte: Autor, 2021.

Durante a análise granulométrica ficou perceptível a capacidade de absorção de umidade desta farinha, ao formar agregados que limitaram a passagem até mesmo pela peneira de 9 mesh, restringindo a uniformidade, conforme pode ser visualizado na figura 13. Ascheri e Carvalho (2011) explicam a importância da uniformidade das partículas está relacionada com a uniformidade no condicionamento das mesmas, isto baseado no princípio da difusividade da água, em que as partículas de menor tamanho serão as que mais rapidamente absorverão água. Além disso, aplicada em um produto alimentar uma farinha em desuniformidade pode exercer influência sobre características sensoriais como aparência, sabor, textura e no tempo de cozimento (SOUZA *et al.*, 2020).

As medidas caseiras são instrumentos utilizados para medir as quantidades dos alimentos, que servem para ajudar na execução de formulações (VARGAS, 2007). Com intuito de uma possível aplicação da FAMDE em preparação cujo produto final presente não só uma excelente qualidade, como também reproduza fielmente a formulação proposta, realizou-se a uniformização em medidas caseiras dessa farinha (Figura 14).

Figura 14 – Equivalente em gramas de uma colher de sopa da farinha do albedo maracujá amarelo.



Dados representam a média de três medições  $\pm$  desvio-padrão  
 Fonte: Autor, 2021.

A quantidade equivalente em gramas de uma colher de sopa rasa da farinha do albedo maracujá amarelo foi de 2,4 g, valor muito inferior à farinha da casca de maracujá (7g) determinado por Costa *et al.* (2018) durante a preparação de ingredientes de uma massa de macarrão caseiro. Provavelmente esse valor superior pode estar relacionado à pesagem de uma colher de sopa cheia, apesar de não informado no estudo. A determinação desse valor permite a confecção de uma preparação em cozinhas residenciais como também em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN's) e o aproveitamento dos compostos bioativos identificados nesta pesquisa.

### 6.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

As médias para valores das características físico-químicas do albedo de maracujá *in natura* e da sua farinha elaborada neste estudo estão descritas na tabela 4.

Tabela 4 – Características físico-químicas do albedo de maracujá *in natura* e da sua farinha seca em estufa.

Características Físico-Química	Albedo do Maracujá Amarelo	
	<i>In natura</i>	Farinha
Atividade de água ( <i>Aw</i> )	0,983 $\pm$ 0,0002	0,374 $\pm$ 0,0004
Umidade (%)	89,05 $\pm$ 0,9	4,95 $\pm$ 0,6
Potencial hidrogeniônico (pH)	6,273 $\pm$ 0,0624	5,293 $\pm$ 0,772
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,06 $\pm$ 0,00	0,99 $\pm$ 0,032
Sólidos solúveis totais (°Brix)	0,25 $\pm$ 0,00	1,5 $\pm$ 0,00
Açúcares redutores (%)	4,68 $\pm$ 0,226	40,72 $\pm$ 0,947

Dados representam a média de três medições  $\pm$  desvio-padrão.  
Fonte: Autora, 2021.

Como pode ser observado, houve uma redução efetiva da atividade de água após o processamento de secagem em estufa a 55°C do albedo de maracujá, com: 0,983 *in natura* em comparação a de 0,374 de FAMDE. Valor maior em comparação ao deste estudo, foi apresentado por Silva *et al.* (2019) ao avaliarem a atividade de água do albedo da mesma espécie *in natura* (0,995), mas a farinha seca a 70°C desse resíduo apresentou um valor menor (0,285), confirmando que o aumento da temperatura influencia nessa diminuição da água neste produto.

Conforme Silva *et al.* (2019) a desidratação dos subprodutos de maracujá é de extrema importância para sua conservação, visto que a maior parte da água é livre e pode ser utilizada em reações químicas, enzimáticas e de crescimento de microrganismos. Assim, a secagem do albedo foi eficaz para elaboração de uma farinha pouco perecível e com vida de prateleira maior, impedindo a proliferação de microrganismos nesta matéria-prima e assim assegurando contra a produção de toxinas na polpa do albedo (MIRANDA *et al.*, 2017).

Quanto à umidade foi possível perceber que a FAMDE (4,95 %) apresentou um teor dezoito vezes menor em relação ao albedo *in natura* (89,05%), essa redução também foi relatada no estudo de Miranda *et al.* (2017) para mesmo subproduto do maracujá amarelo na matéria úmida (95,77%) e sua farinha (4,33%). Considerando as farinhas desidratada em estufa de subprodutos de frutas foram obtidos teores maiores de umidade, como: albedo de maracujá amarelo seco a 70°C (5,13%) (SILVA *et al.*, 2019), casca de maracujá de laranja seca a 60°C (14,56%) (REIS *et al.*, 2018), do resíduo de açaí seco 60°C (9,06%) (BORGES *et al.*, 2021) e a casca da manga seca a 60°C (14,14%) (CHAGAS *et al.*, 2020).

Como visto, o teor de umidade na farinha analisada enquadra-se no parâmetro permitido para farinha (15%) ( $\text{m m}^{-1}$ ), conforme a legislação brasileira vigente (BRASIL, 2005). Além disso, considerando a umidade alcançada pela FAMDE é uma boa matéria-prima na elaboração de produtos alimentares, pois não tende a formar grumos com outros ingredientes, prejudicando a homogeneização, já que possui valores menores ao de 14% (FERNANDES, *et al.* 2008).

A farinha do albedo de maracujá apresentou valor médio de pH de 5,293 se caracterizando como um produto fracamente ácido, no entanto, saiu da neutralidade (pH de 6,273) do albedo *in natura*. Nempeque; Cabrera; Moncayo (2017) obtiveram valores

inversos de pH para casca do limão taiti (4.26) e sua farinha (9.80), em comparação ao estudo. Essa diferença significativa proporciona à FAMDE uma maior estabilidade ao dificultar o desenvolvimento de micro-organismos, como bactérias que preferem geralmente pH próximo da neutralidade (6,5 – 7,0), no entanto ainda encontra-se em risco aos fungos adaptados ao pH ácido (4,5 – 5,0) (ABUD; NARAIN, 2009).

A FAMDE apresentou acidez total titulável (0,99 % ácido cítrico) superior ao albedo *in natura* (0,06% ácido cítrico), a aplicação do calor foi capaz de aumentar a acidez da farinha. No entanto, os estudos de Miranda *et al.* (2017) e Coelho *et al.* (2018) determinaram acidez titulável superior ao deste estudo para farinha dos subprodutos de maracujá amarelo, como: albedo (1,74 g /100 g de ácido cítrico) e casca (4,65 g/100 g de ácido cítrico). Esse parâmetro além de influenciar na velocidade do crescimento microbiano pela presença e natureza dos ácidos nos alimentos, uma vez que causa a redução do pH (RIBEIRO *et al.*, 2018), também tem função de verificar a estabilidade, a cor, o sabor e detectar a presença de certos ácidos de caráter nutricional para o organismo humano, como o ácido cítrico e o ácido ascórbico (MIRANDA *et al.*, 2017).

Em relação aos sólidos solúveis totais (SST) foi obtido teor maior para a FAMDE (1,5° Brix) em comparação ao albedo *in natura* (0,25). Valor muito superior foi exposto por Machado *et. al.* (2017) na farinha da casca do maracujá amarelo (28,73° Brix). Essa diferença de valores pode estar relacionada à degradação do amido pelo tempo e temperatura aplicada durante o processo de secagem, resultando em moléculas solúveis especialmente os açúcares.

Para a determinação de açúcares, a FAMDE apresentou porcentagem elevada de açúcares redutores, 40,72%, em comparação ao valor de 4,68% do albedo *in natura*, enquanto no estudo de Miranda *et. al.* (2017) o valor foi muito inferior (1,52%) ao encontrado na farinha do albedo da mesma espécie de maracujá, sendo até menor que do albedo *in natura* deste estudo. A quantidade maior de açúcares presentes na farinha do albedo pode ser oriunda do processo de secagem, visto que a temperatura também tem o efeito de ocasionar hidrólise nos açúcares redutores.

### 6.3 CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

Uma dieta não se limita apenas ao seu teor de nutrientes, mas também fornece outros compostos que nos protegem contra o estresse oxidativo: compostos bioativos, que são encontrados principalmente em alimentos de origem vegetal como as frutas e seus subprodutos. A tabela 5 apresenta os valores de compostos bioativos do albedo de maracujá *in natura* e da sua farinha seca em estufa.

Tabela 5 – Compostos bioativos do albedo de maracujá *in natura* e da sua farinha seca em estufa.

Compostos Bioativos	Albedo Do Maracujá Amarelo	
	<i>In natura</i>	Farinha
Antocianinas (mg/100g)	0,08 ± 0,05	1,74 ± 0,01
Flavonoides (mg/100g)	0,75 ± 0,04	13,51 ± 0,01
Compostos fenólicos (mg AGE/100g)	2,99 ± 0,77	18,88 ± 5,38
Vitamina C (mg/100g)	94,34 ± 0,0	377,36 ± 0,00

Dados representam a média de três medições ± desvio-padrão.

Nd: Não determinado para a amostra.

Fonte: Autora, 2021.

Quanto ao teor de compostos fenólicos houve um aumento de seis vezes da FAMDE (18,88 mg AGE/100g) em relação do albedo *in natura* (2,99 mg AGE/100g), demonstrando que a desidratação pode influenciar na maior concentração dos compostos fenólicos do albedo de maracujá amarelo, sendo a temperatura submetida para elaboração deste produto adequada. Bakar; Ahmad; Jailani (2018) e Sulaiman *et al.*, (2011) explicam que esse aumento da concentração pode estar relacionada com o processo de secagem, pois as enzimas oxidativas e os compostos fenólicos se separam causando um colapso nos vacúolo onde encontram-se esses compostos e assim aumentando o lançamento deste, além disso, as enzimas hidrolíticas e oxidativas podem ser desnaturadas por meio de secagem em forno a 60 ° C permitindo a preservação dos compostos fenólicos.

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários produzidos em frutas e não estão uniformemente distribuídos nos tecidos destas, sendo as maiores concentrações de compostos fenólicos em tecidos externos (MILLER et al. 2020). No maracujá amarelo as concentrações na casca (1061,87 mg AGE/100g) foram muitos superiores ao da semente (346,69 mg AGE/100g) (REIS, 2018), valores diferentes quando comparados ao nosso estudo, porque foi analisado por cromatografia líquida de alta eficiência, enquanto nosso estudo por espectrofotometria. Além disso, outras frutas apresentam em seus subprodutos e farinhas quantidades superiores ao deste estudo, como foram nas

cascas: do melão (364,01  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) (MILLER et al. 2020) e do pomelo (241 mg AGE/100g) (RODRIGUES; GUIMARÃES; BOGO, 2018); assim como nas farinhas das cascas: do albedo do maracujá amarelo (0.64 mg GAE/g) (LÓPEZ-VARGAS et al., 2013), da banana Tanduk (54,60 mg GAE / g) (Bakar; Ahmad; Jailani, 2018), e da manga (83,72 mg AGE/g) (CHAGAS et al., 2020).

Houve um aumento de quatorze vezes na concentração de flavonoides da FAMDE (13,51 mg/100g) em relação ao albedo *in natura* (0,75 mg/100g) após o tratamento 55°C por 24 horas. Este comportamento já é esperado, mesmo que parte dos compostos se perca durante o tratamento de secagem pela ação da temperatura, pois esses valores aumentam devido à perda de umidade (LI et al., 2011). Em pesquisas com subprodutos de maracujá os flavonóides estiveram presentes em todas as partes de diferentes espécies (REIS *et al.*, 2018), assim como na farinha do albedo do maracujá amarelo (3,18 mg RE/g) (LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2013). Essa quantidade inferior na FAMDE pode estar associada as perdas no conteúdo de flavonoides durante o processo, pelos equipamentos utilizados, durante a extração, no processamento ou na estocagem de alimentos, assim como podem influenciar o pH, a temperatura, as enzimas e os íons metálicos (HAVSTEEN, 2002).

Quanto a antocianinas os valores foram muito inferiores tanto no maracujá *in natura* (0,08 mg/100g) quanto na FAMDE (1,74 mg/100g). Este pigmento também não foi determinado por Reis *et al.* (2018) nesta espécie de fruta, enquanto a casca do maracujá roxo revela grande quantidade de antocianinas (103.686,48 mg/100g) (porque sua cor é roxa) e polpa do maracujá laranja (porque sua cor é vermelha), enquanto nas outras partes apresentou uma quantidade insignificante de desses compostos.

A vitamina C (ácido ascórbico) é a vitamina mais abundante em frutas cítricas, por isso esses frutos são a principal fonte natural de obtenção, assim como suas cascas. Mas em outros subprodutos de frutas também são encontrados valores significativos, como os observados nesta pesquisa na FAMDE (377,36 mg/100 g) com quantidade muito superior ao teor encontrado no albedo *in natura* (94,34 mg/100 g). Esses resultados foram mais elevados em comparação a pesquisa de MILLER *et al.* (2020) com casca de melão que obtiveram na farinha (29,3 mg/100 g) um teor quatro vezes maior que o encontrado no flavedo/ albedo (18 mg/100 g) quando submetido ao tratamento térmico de 48 horas. Portanto, a FAMDE apresentou teor significativo de vitamina C, e ao considerar sua importância como nutriente essencial para saúde

humana, sendo um indicador de qualidade alimentar, com suas propriedades antioxidantes e proteção do organismo de estresse oxidativo.

Apesar da FAMDE apresentar valores baixos para alguns compostos bioativos (antocianinas e flavonoides) em comparação a outras farinhas derivadas de subprodutos de frutas, ainda sim, formulações de produtos com essa farinha poderia beneficiar a saúde dos consumidores. Sendo necessário pesquisas com outro genótipo, efeito geográfico, ano-safra, maturação e condições de armazenamento, pois são algumas características que podem influenciar o conteúdo de compostos fenólicos, antocianinas, flavonóides, carotenóides e outros bioativos compostos em todas as frutas (CARDENOSA *et al.*, 2016).

A clorofila é um pigmento que causa uma cor verde no flavedo (casca da fruta), principalmente clorofila a e clorofila b, mas esse pigmento tende a ser alto durante o período de desenvolvimento do fruto e diminuir com o amadurecimento. Considerando a presença desse pigmento em resíduos, como cascas de frutas, a tabela 6 tem o intuito de apresentar a quantidade de clorofilas no albedo de maracujá *in natura* e da sua farinha seca em estufa.

Tabela 6 – Quantificação de clorofilas no albedo de maracujá *in natura* e da sua farinha seca em estufa.

Pigmentos	Albedo Do Maracujá Amarelo	
	<i>In natura</i>	Farinha
Clorofila A (mg/100g)	1,35 ± 0,001	Nd
Clorofila B (mg/100g)	2,16 ± 0,003	69,65 ± 0,07

Dados representam a média de três medições ± desvio-padrão.

Nd: Não determinado para a amostra.

Fonte: Autora, 2021.

O valor médio da quantidade total de clorofila a (1,35 mg/100g) é cerca de duas vezes menor do que o valor médio da clorofila b (2,16 mg/100g) no albedo *in natura*, valores opostos aos relatados nas literaturas para frutas e vegetais que geralmente estão juntas na proporção 3:1 (clorofila a e clorofila b) (RODRIGUEZ-AMAYA, 2018). Na FAMDE o teor de pigmento de clorofila b aumentou mais de trinta vezes em relação ao albedo *in natura*, enquanto a clorofila a não foi determinada para essa amostra. Acredita-se que a não detecção deste pigmento na farinha pode estar associada a temperatura que este produto foi submetido para desidratação, visto que clorofila a é termicamente instável e clorofila b termicamente mais estável (PAREEK *et al.*, 2017). No estudo de Miller *et al.* (2020) com a casca de melão apresentaram valores

superiores ao desta pesquisa, com teor de clorofila a ( $57,50 \pm 6,27 \mu\text{g g}^{-1}$ ) quase duas vezes superior ao de clorofila b ( $30,36 \pm 4,32 \mu\text{g g}^{-1}$ ), sendo até maiores do que nas outras partes desta fruta como no suco, na polpa e em sementes.

Apesar da FAMDE perder clorofila a durante sua elaboração e apresentar traços de clorofila b, ainda é considerável a presença desse pigmento em um produto elaborado de um resíduo, ainda mais que teor de clorofila degrada durante o amadurecimento da fruta (na casca), assim como na exposição a ácidos diluídos, calor e oxigênio (PAREEK *et al.*, 2017; TONUCCI; VON ELBE, 1992 *apud* PAREEK *et al.*, 2017). Portanto, este estudo demonstrou que o albedo e sua farinha tem clorofila (principalmente b), podendo ser usada como uma pequena fonte desse composto nos alimentos, e assim possivelmente beneficiar aos consumidores na interrupção de diversas doenças como câncer, doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas, considerando as propriedades antioxidantes, antiinflamatórias, antimutagênicas, antígenotóxicas, imunoestimulatórias (RAMOS-AGUILAR *et al.*, 2019).

#### 6.4 PECTINA DA FARINHA DO ALBEDO DE MARACUJÁ AMARELO

A pectina é composta por polissacarídeos heterogêneos, disponível naturalmente nas paredes celulares primárias e na lamela média da parede celular vegetal da planta, associada às hemiceluloses e microfibrilas de celulose, e tem capacidade de influenciar na integridade e rigidez do tecido da planta, e assim defendendo-a contra patógenos e fermentos (DRANCA; OROIAN, 2018; ISHARTANI *et al.*, 2020; INAYATI; PUSPITA; FAJRIN, 2018). Talekar *et al.* (2020) esclarecem que a pectina é um metil esterificado no grupo carboxila de alguns de seus resíduos de ácido galacturônico, e assim pode ser classificada em dois grupos: alta metoxil pectina (grau de esterificação > 50%) e baixa metoxil pectina (grau de esterificação <50%).

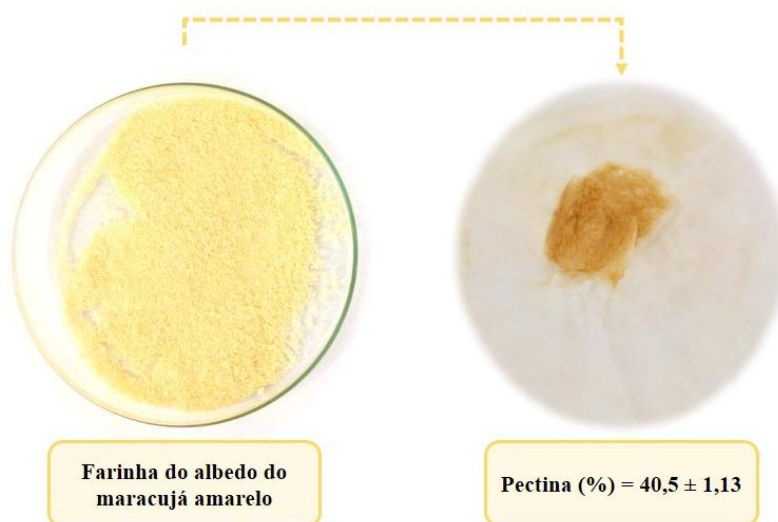
A pectina tem potencial de formar um gel que pode ser espalhado ao interagir com açúcar e ácido ou íons de cálcio (ISHARTANI *et al.*, 2020), sendo amplamente utilizada na indústria de alimentos como agente gelificante, espessante, estabilizador e revestimento comestível. Assim, a recuperação da pectina de subprodutos de frutas representa uma estratégia promissora para o desenvolvimento de biopolímeros naturais (PICOT-ALLAIN; RAMASAWMY; EMMAMBUX, 2020). Conforme Ciriminna *et al.* (2015) a pectina comercial é principalmente extraída de cascas de cítricos (limão, lima,

laranja) (85,5%), mas o bagaço de maçã (14,0%) e polpa de beterraba (0,5%) também apresentam uma pequena quantidade.

A extração da pectina é governada pela transferência de massa para os solventes de extração e, vários métodos têm sido empregados para extrair a pectina de fontes naturais, incluindo método de extração quente convencional e técnicas inovadoras envolvendo ultrassom, microondas e enzima (PICOT-ALLAIN; RAMASAWMY; EMMAMBUX, 2020). Essa extração pode ser feita com ácido forte ou até mesmo fraco (SANDARANI, 2017), porém, o ácido forte resulta na extração mais eficaz, mas menos segura do que o ácido fraco (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Dentre os ácidos fracos usados na extração da pectina há o ácido cítrico, utilizado para o rendimento em cascas de frutas como: casca de laranja azeda (HOSSEINI *et al.*, 2020), casca de limão (RODSAMRAN; SOTHORNVIT, 2019) casca da banana (OLIVEIRA *et al.*, 2016) e cascas de romã (PEREIRA *et al.*, 2016). Além disso, o ácido cítrico por ser natural pode ser adequado para o desenvolvimento de pectina com rótulo limpo em alimentos (PICOT-ALLAIN; RAMASAWMY; EMMAMBUX, 2020).

O rendimento da extração da pectina para farinha do albedo de maracujá amarelo desidratada em estufa está representado na figura 15.

Figura 15 – Rendimento de pectina na farinha do albedo de maracujá amarelo.



Dados representam a média de três medições  $\pm$  desvio-padrão.  
Fonte: Autora, 2021.

A FAMDE apresentou 40,5% de pectato de cálcio, valor muito superior aos teores de pectina nas farinhas das cascas dos maracujá amarelo (37,67%), roxo (32,85%) e laranja (21,55%) (REIS *et al.*, 2018), do pó de albedo seco do maracujá

amarelo (30,78%) (INAYATI; PUSPITA; FAJRIN, 2018) e da farinha do mesocarpo do maracujá amarelo em estágio de maturação (26,6%) (TALMA *et al.*, 2019). O maior teor de pectina pode ser devido aos métodos distintos de extração aplicados, considerando na presente pesquisa a utilização de ácido cítrico, enquanto nos estudos de comparação empregou-se, respectivamente, ácido tartárico, ácido clorídrico de 0,02 N e ácido nítrico, bem como tempo e temperatura diferenciadas. Conforme Picot-Allain; Ramasawmy; Emmambux (2020) e Sundarraj; Ranganathan (2017) a qualidade, características físico-químicas e rendimento de extração da pectina depende do método de extração utilizado e são influenciados por: tempo de extração, o tipo de ácido, pH, temperatura do meio e até pela proporção líquido-sólido.

A pectina presente na FAMDE pode ter aplicações alimentícias, desde as tradicionais como agente gelificante na preparação de compotas, geleias e marmeladas, bem como aplicações a uma variedade de produtos incluindo bebidas de frutas, refrigerantes, laticínios, confeitaria, e recheios de padaria (PICOT-ALLAIN; RAMASAWMY; EMMAMBUX, 2020), proporcionando a esses produtos um maior teor de fibras e compostos bioativos. Mas, a pectina também tem sido usada para nanoencapsular compostos bioativos, aumentando assim a vida útil e a estabilidade destes (REHMAN *et al.*, 2019).

O consumo dessa farinha com teores elevados de pectina que é um composto bioativo, pode auxiliar na prevenção e redução de doenças, como: úlceras gástricas, ao proteger as mucosas da parede gástrica; diabetes mellitus 2, ao reduzir a glicose no sangue em jejum e hemoglobina glicada; dislipidemia, ao diminuir o nível de triglicerídeos e redução da absorção de gordura e colesterol (ABBOUD *et al.* 2019); reduz o risco de doenças cardiovasculares decorrentes de arteriosclerose (formação de placa de gordura nas artérias); regulação do trato gastrointestinal, ao evitar distúrbios relacionados ao intestino como é o caso da diverticulite e hemorroidas; e proteger contra o câncer de cólon, ao acelerar a passagem das fezes pelo intestino, com redução do contato com agentes cancerígenos.

## 6.5 PROPRIEDADES FUNCIONAIS E TECNOLÓGICAS

Os valores para as propriedades funcionais e tecnológicas da farinha do albedo de maracujá amarelo submetidos a secagem em estufa estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Propriedades funcionais e tecnológica da farinha do albedo do maracujá amarelo.

	CAA	ISA	CAO	CEM	CFE	EE
FAMDE	862,4± 0,65	12,5 ± 1,25	252,7 ± 0,55	22,87± 0,92	0,068 ± 0,03	Nd

Dados representam a média de três medições ± desvio-padrão e resultado em %.

Legenda: CAA: Capacidade de Absorção de Água; ISA: Índice de solubilidade em água; CAO: Capacidade de Absorção de Óleo de milho; CEM: Capacidade Emulsificante; CFE: Capacidade Formação de Espuma; EE: Estabilidade da Espuma; Nd: Não determinado para a amostra.

Fonte: Autora, 2021.

Observa-se que a farinha do albedo de maracujá apresentou capacidade de absorção de água (CAA) de 862,4%, ou seja, 8,6 g H<sub>2</sub>O. g<sup>-1</sup> FAMDE. Este resultado é maior que o verificado por Miranda *et al.* (2017) para a farinha de albedo de maracujá (501,56%), assim como a farinha de albedo de maracujá roxa (549,84%) estudada por Oliveira *et al.* (2019) e até a farinha da casca de manga (717,19%) (CHAGAS *et al.*, 2020). Essas diferenças entre farinhas de albedo do mesmo fruto em estudos distintos podem estar relacionadas aos processos (como moagem, secagem, aquecimento ou cozimento por extrusão) díspares a que foram submetidos, podendo modificar as propriedades físicas da matriz de fibras, afetando também as propriedades de hidratação (ELLEUCH *et al.*, 2011).

Além disso, a alta CAA da farinha do albedo de maracujá deve-se à elevada quantidade de fibras solúveis (comum em frutas como banana, maracujá e uva e suas cascas), principalmente ao maior teor de pectina que é um potente hidrocolóide com a alta porosidade do material e capacidade de aprisionar uma grande quantidade de água em sua estrutura (SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEA, 2017). Esta é uma característica relevante, uma vez que pode auxiliar na retenção da umidade, permitindo a adição de mais água à massa e melhorando o manuseio do material, para aplicabilidade da farinha em produtos como: cárneos, de panificação e confeitaria (SILVA *et al.*, 2021).

O ISA da farinha do albedo do maracujá amarelo foi de 12,5% sendo bem inferior ao obtido por Weng *et al.* (2021) para farinhas das cascas do maracujá amarelo (35,09%) e roxo (31,73%). Este resultado indica que o conteúdo molecular solúvel do FAMDE é menor do que as das farinhas das cascas tanto do maracujá roxo quanto amarelo. Ao considerar que a solubilidade é uma característica relacionada a quantidade de sólidos solúveis da amostra seca, e tendo um papel crítico na textura, cor e características sensoriais, portanto, avaliar o seu valor é pertinente pois pode interferir no valor nutricional e nas características de aceitação do produto (MENG; MA, 2002; YULLIANA *et al.*, 2014).

A farinha do albedo do maracujá apresentou capacidade de retenção de óleo com média de 252,7% que corresponde a 2,53 g óleo. g<sup>-1</sup> FAMDE, sendo inferior à farinha da casca do maracujá (298%) (DUARTE *et al.*, 2017), porém, com valor similar aos relatados para a farinha do albedo de maracujá (262,62%) (MIRANDA *et al.*, 2017) e farinha do resíduo de açaí (2,47 g.g<sup>-1</sup>) (BORGES *et al.*, 2021), mas muito superior ao encontrado para farinha da casca de manga (86,47%) (CHAGAS *et al.*, 2020).

A farinha estudada apresentou uma considerável CAO, possivelmente estando associada quantidade considerável de fibras, visto que Baú *et al.* (2012) observaram que esta estrutura, além de ter propriedades de hidratação, possuem capacidade de reter o óleo. Ou até mesmo pela concentração de proteínas causadas pela redução da umidade, formando agregados proteicos menores e que melhoraram as funcionalidades da proteína (MOZAFARPOUR *et al.*, 2019), conferido ligações de partes proteicas da farinha às moléculas do óleo (SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEA, 2017).

Além disso, ao considerar que a farinha elaborada absorve uma quantidade relevante de óleo, atuante na retenção de sabor e potencialização da textura dos alimentos (SOHAIMY *et al.*, 2018), logo a FAMDE pode ser um bom retentor de sabor e desempenhar funcionalidade em alimentos industrializados, como: produtos cárneos e produtos emulsionados (massas de bolos, maionese ou molhos para saladas, sopas e queijos processados) (PORTE *et al.*, 2011).

A farinha do albedo do maracujá apresentou uma capacidade emulsificante de 22,87%, e durante está análise foi possível verificar que a FAMDE retém uma grande quantidade de água disponibilizando uma menor quantia à formação da emulsão, o que pode explicar esta propriedade apresentando valor menor que a relatada para farinha da casca do maracujá amarelo (35,56 %) (SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEA, 2017), farinha da amêndoa da castanhola desengordurada (30,50%) (SANTOS *et al.*, 2020) e superior à farinha da casca de manga (9,18%) (CHAGAS *et al.*, 2020).

A capacidade emulsificante normalmente está associada à concentração e características de proteína de adsorverem na nova superfície criada, retardando a coalescência (RODRIGUEZ-JIMENEZ *et al.*, 2018). Esse resultado de CEM sugere que a FAMDE pode ser adequada para uso como ingrediente para a formação da emulsão em alimentos, como embutidos (salsichas, linguiças) e outros produtos cárneos (CASTILHO; FONTANARI; BATISTUTI, 2010).

A CE e EE são propriedades dependentes das proteínas (qualidade e solubilidade) presentes no alimento estudados, caracterizadas, conforme Wang *et al.* (2000), pela capacidade das proteínas sofrerem alterações da sua composição e rearranjo na interface ar-água, ocasionando à formação de um filme viscoelástico coesivo por interações intermoleculares (NAIKER; GERRANO; MELLEM, 2019). Segundo Damoraran; Parkin; Fennema (2010) é necessária uma concentração de 2 a 8% de proteínas para formarem espumas. No entanto a concentração de proteína por si só não é o suficiente para formar espumas, pois fatores podem comprometer esses resultados, como: pH, temperatura, tamanho das partículas, proporção entre óleo e proteína (FENNEMA, 2000).

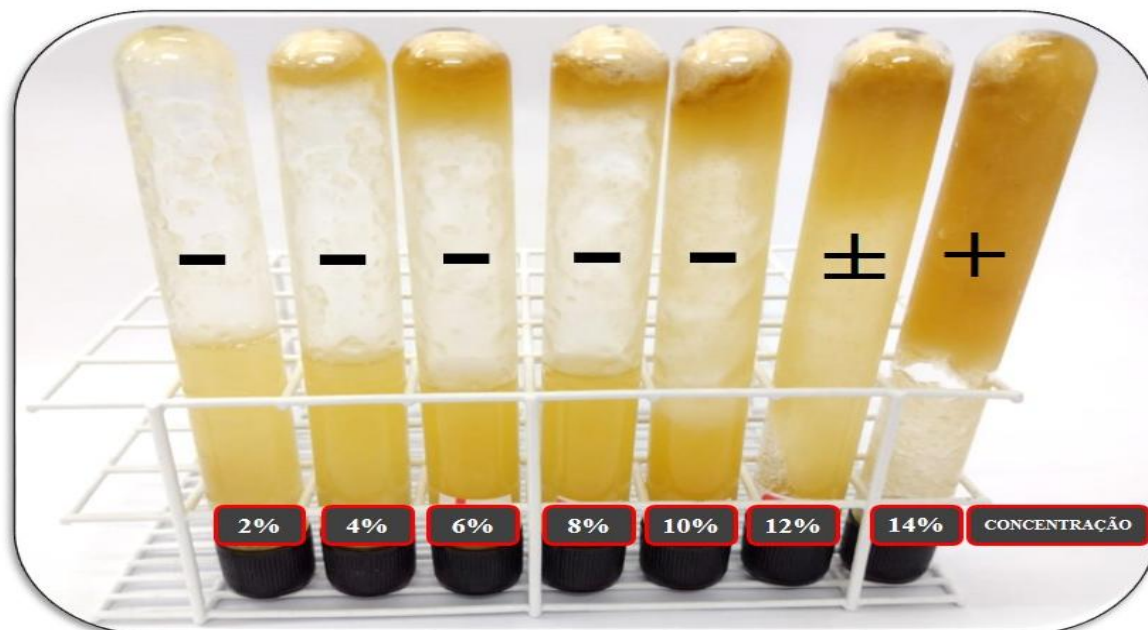
A farinha produzida nessa pesquisa não foi capaz de formar espumas em volume significativo (0,068%), bem como não foi possível determinar estabilidade da espuma, pois se desfez em menos de um minuto. Semelhante do observado neste estudo, ausência de CE, foi verificado por Chagas *et al.* (2020) na farinha da casca da manga, enquanto ocorreram boa formação de espuma na farinha de casca de maracujá (35,56%) (SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEEA, 2017) e na farinha desengordurada da amêndoa da castanhola (52,3%), com resultados para estabilidade aos tempos de 20, 40 e 60 minutos (51,8%, 51,6% e 51,3%, respectivamente) (SANTOS *et al.*, 2020).

Diante deste resultado, considerando apenas a formação e estabilidade de espumas e desprezando a capacidade emulsificante, verifica-se a inviabilidade da utilização da FAMDE como ingredientes em produtos alimentícios, tais como as bebidas espumantes, sorvetes, merengues e mousses (SILVA *et al.*, 2021).

Outro fenômeno de propriedades funcionais de extrema importância na aplicação de um determinado ingrediente na produção alimentícia é a gelificação, que resulta na formação de uma rede tridimensional de carboidratos modificados ou não por processos térmicos, juntamente com moléculas de proteína e lipídios parcialmente desnaturadas (ADEBOWALE; LAWAL, 2003). Além disso, os elevados picos de viscosidade ocorrem pela existência de grandes quantidades de grânulos de amido com elevada capacidade de intumescimento durante o aquecimento (ORO *et al.*, 2013).

O resultado do teste qualitativo para capacidade gelificante da farinha do albedo de maracujá amarelo desidratado por estufa pode ser visto na figura 16.

Figura 16 – Teste qualitativo para capacidade gelificante da farinha do albedo de maracujá amarelo desidratado por estufa.



Legenda: -: Indica a não formação de gel. Ocorre escoamento de água e de material.

±: Indica formação de gel fraco. Ocorre o escoamento de material viscosa.

+: Indica formação de gel, não ocorre o escoamento de material.

Fonte: Autora, 2021.

Como visto, houve formação de gel frágil na presença de 12% de FAMDE e gel resistente a partir da concentração de 14%, determinando a quantidade de ingredientes que será utilizado na fabricação de produtos que dependem da formação de gel. Obstante, aos resultados encontrados na pesquisa de Santana; Oliveira Filho; Egea (2017) que apresentaram um gel frágil nas concentrações de 14 – 20 % da farinha do maracujá comercial, enquanto as farinhas de aveia e trigo branca, apresentaram boa capacidade de formação de gel sob baixas concentrações, demonstrando que estas farinhas podem ser úteis na formulação de mingaus, cremes e molhos (SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEEA, 2017).

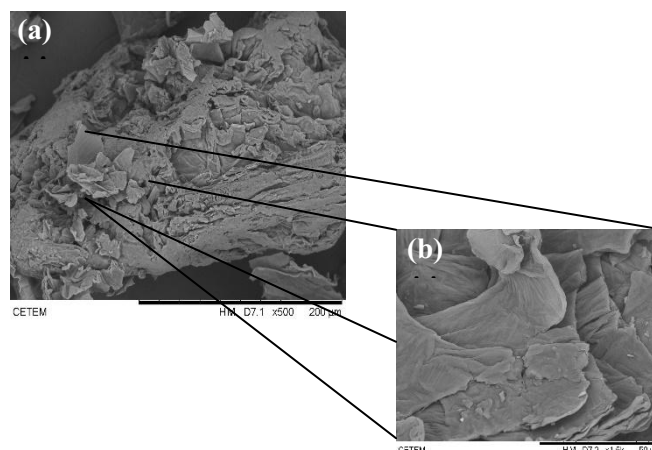
Como visto, por meio da determinação das propriedades funcionais e tecnológicas a farinha do albedo de maracujá apresentou um potencial tecnológico, sendo possível perceber em quais tipos de produtos alimentares essa matéria prima pode ser utilizada.

## 6.6 MORFOLOGIA DO ALBEDO DE MARACUJÁ

O microscópio eletrônico de varredura (MEV) é um instrumento avançado que pode ser usado para detectar fenômenos de superfície de materiais sólidos, e os

resultados proporcionam informações sobre a morfologia, incluindo a forma e o tamanho. As micrografias apresentadas nas Figuras 17 (a) e (b) revelam a estrutura dos grânulos da farinha de albedo de maracujá.

Figura 17 - Micrografias da estrutura superficial da farinha do albedo de maracujá amarelo.



Legenda: (a) - Visão geral das estruturas; (b) - Visão com destaque das fibras  
Fonte: Autora, 2021.

A morfologia estrutural da FAMDE é mostrada de forma ampla na Figura 17 (a), revelando a presença de estruturas residuais dos processos de trituração, secagem e liberação da porção lipídica, resultando em um material de aspecto em feixes fibrosos. De modo geral, o processamento foi responsável por criar estruturas amorfas e fibrosas em que não é possível distinguir nitidamente algumas outras estruturas da amostra como é o caso do amido, caracterizado por possuir formas circulares côncavo-convexas com diâmetro que variava de 15 a 20  $\mu\text{m}$  nas micrografias (LEONEL, 2007).

Esse resultado pode consistir em um amido que anteriormente se encontrava na forma granular na presença de água sendo progressivamente comprimido e, assim apresentando-se como material denso, sólido e compacto com aparência amorfa (COLONNA; BULEON; MERCIER, 1987). Essa estrutura não foi possível ser verificada de forma clara na farinha do albedo de maracujá desenvolvida nesta pesquisa. Mas conforme Andrade (2014) não é possível apontar grânulos de amido íntegros (originalmente em forma esférica) na composição somente através da figura, uma vez que o grânulo pode perder o formato esférico em decorrência da gelatinização quando submetido à elevada ação da temperatura ou a baixa pressão.

Na Figura 17 (b) observa-se a preservação de parênquima vegetal estruturante, mantendo as redes fibrilares em seu estado natural, ou seja, em forma de feixes dessas

estruturas. Os constituintes da parede celular do vegetal com estruturas alongadas e espessura fina percebidas em micrografias estão relacionadas as fibras alimentares (COSTA, 2004). Considerando o elevado teor de fibra alimentar presente na farinha do albedo de maracujá, sugere-se que as estruturas observadas nas micrografias são características das fibras existente, semelhante na composição da amostra analisada.

As conformações estruturais mostradas nessas micrografias podem ser relacionadas a alguns aspectos que nortearam FAMDE às respostas obtidas nas potencialidades tecnológicas funcionais como: CAA, CAO e a capacidade gelificante, podendo ser direcionada para a elaboração de diferentes produtos alimentares. Assim com visto por Miranda *et al.* (2017), ao analisar imagem de microscopia eletrônica de farinha de albedo de maracujá, visualizaram a superfície da farinha com uma estrutura fibrosa em forma de feixes de material reticulado sobrepostos, compactando a membrana, e assim ratificaram que os altos teores de fibras potencializam as aplicações tecnológicas em CAA e CAO da farinha estudada.

A aplicação do MEV e propriedades funcionais e tecnológicas possibilitou determinar a estrutura e suas respectivas funções vislumbrando suas possibilidades de aplicações nos diversos segmentos industriais alimentares com maior eficiência, redução de tempo e de custo. Outrossim, a importância nutricional e funcional observada, na Figura 17 (b), em paralelo ao rendimento de pectina (Figura 15) evidencia o destaque quantitativo para as fibras, uma das mais importantes auxiliares na prevenção de doenças cardiovasculares, atuando no metabolismo do colesterol dentre outras funções, que a tornam um ingrediente funcional.

## 7. CONCLUSÃO

A farinha do albedo do maracujá desidratada em estufa apresentou um bom rendimento e características físico-químicas que estipularam uma boa qualidade e conservação deste produto conforme as legislações vigentes no Brasil. Além disso, evidenciou-se a presença de compostos bioativos principalmente na farinha, como traços de polifenóis, flavonoides, antocianinas e clorofila b, com destaque a uma quantidade considerável de vitamina C. A FAMDE apresentou feixes de fibras em sua morfologia e concentração relevante de pectina, os quais são essenciais para a saúde gastrointestinal. Assim, a farinha do albedo do maracujá apresentou substâncias relevantes como fibras, principalmente pectina, e compostos bioativos que aliados com hábitos saudáveis podem prevenir e tratar diversas doenças crônicas, como as cardiovasculares.

Outrossim, o processamento utilizado nessa pesquisa foi capaz de produzir uma farinha com diferentes propriedades, características e aspectos que permite seu elevado potencial tecnológico em diversas aplicações de interesse para a indústria alimentícia. Concluiu-se que o aproveitamento do albedo do maracujá para elaboração de farinha apontou em seus resultados potencialmente aplicáveis à saúde humana e na indústria alimentícia, além de possibilitar redução do descarte ambiental.

## REFERÊNCIAS

ABBOUD, K. Y.; DA LUZ, B. B.; DALLEZEN, J. L.; WERNER, M. F. P.; CAZARIN, C. B. B.; MAROSTICA JUNIOR, M. R.; IACOMINI, M.; CORDEIRO, L. M C. Gastroprotective effect of soluble dietary fibres from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel against ethanol induced ulcer in rats. **Journal of Functional Foods**, v. 54, p. 552-558, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464619300660>. Acesso em: 26 jul. 2021.

ABREU, L.F.; CARDOSO, T.N.; DANTAS, K.G.F.; DE OLIVEIRA, M.S.P. Prospecção e quantificação de carotenoides em frutos de tucumã-do-Pará. Embrapa Amazônia Oriental (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental), Belém, PA, p. 23, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/209910/1/BDP-139.pdf>. Acesso em 20 jul. 2021.

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.

ADEBOWALE, K. O.; LAWAL, O. S. Effect of annealing and heat moisture conditioning on the physicochemical characteristics of Bambarra groundnut (*Voandzeia subterranea*) starch. **Nahrung Food**, Berlin, v. 46, n. 5, p. 311-316, 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12428444/>. Acesso em 20 jul. 2021.

ADEBOWALE, K. O.; LAWAL, O. S. Foaming, gelation and electrophoretic characteristics of mucuna bean (*Mucuna pruriens*) protein concentrates. **Food Chemistry**, Boston, v. 83, p. 237–246, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814603000864>. Acesso em: 19 set. 2021.

ALBUQUERQUE, B.R.; OLIVEIRA, M.B.P.P.; BARROS, L.; FERREIRA, I.C.F.R. Could fruits be a reliable source of food colorants? Pros and cons of these natural additives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, n. 5, p. 1-31, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2020.1746904?journalCode=bfns20>. Acesso em: 25 jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1746904>

ALBUQUERQUE, MAC; LEVITC, R; BERES, C; BEDANI, R; LEBLANC, AM; SAAD, SMI; LEBLANC, JG. Tropical fruit by-products water extracts of tropical fruit by-products as sources of soluble fibres and phenolic compounds with potential antioxidant, anti-inflammatory, and functional properties. **Journal of Functional Foods**, 2019. 52 724–733. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.12.002>.

ALI AKBARIAN B., CASAZZA A.A., PEREGO P., 2011, Valorization of olive oil solid waste using high pressure-high temperature reactor, **Food Chemistry**, 128, p.704-710.

ALI, M. B.; MURTAZA, S.; SHAHBAZ, M.; RAMZAN, S.; ALI, M. M. Nano-encapsulation of bioactive compounds: a diminutive review. **Journal of Agriculture and Food**, v. 1, n. 2, p. 13-22, 2020. Disponível em: <https://jaf.su.edu.pk/uploads/journals/Article-2.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ALSUHAIBANI, A.M.; ALKEHAYEZ, N.M.; ALSHAWI, A.H.; AL-FARIS, N.A. Effects of chloro- phyll on body functioning and blood glucose levels. **Asian Journal of Clinical Nutrition**, v. 9, p. 64–70, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/318244748\\_Effects\\_of\\_Chlorophyll\\_on\\_Body\\_Functioning\\_and\\_Blood\\_Glucose\\_Levels](https://www.researchgate.net/publication/318244748_Effects_of_Chlorophyll_on_Body_Functioning_and_Blood_Glucose_Levels). Acesso em: 25 jul. 2021. DOI: 10.3923/ajcn.2017.64.70.

AMBIGAIPALAN, P.; CAMARGO, A.C.; SHAHIDI, F. Identification of phenolic antioxidants and bioactives of pomegranate seeds following juice extraction using HPLC-DAD-ESI-MSn. *Food Chem.* 2017, 221, 1883–1894. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27979177>. Acesso em: 17 mai. 2020.

ANDRADE, R.M.S. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis à base de resíduos de frutas e hortaliças. 75. F. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ANUNCIACÃO, P. C.; GIUFFRIDA, D.; MURADOR, D. C.; PAULA FILHO, G. F.; DUGO, G.; PINHEIRO-SANT’ANA, H. M. Identification and quantification of the native carotenoid composition in fruits from the Brazilian Amazon by HPLC–DAD–APCI/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 83, 103296, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157519301772>. Acesso em: 15 mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103296>.

AOCS; **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists’ Society**, AOCS: Champaign, 2004.

ARAUJO, A. C. S.; DE ARAUJO, J. M. S.; DE REZENDE, A. J.; CLARO, P. S.; ARAÚJO, R. L. O. Elaboração de geleia de goji berry, produzida de maneira artesanal, com adição de pectina da casca do maracujá. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, e108963454, 2020. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3454/3833>. Acesso em: 25 jul. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3454>

ARAÚJO, F. F.; NERI-NUMA, I. A.; FARIAS, D. P.; CUNHA, G. R. M. C.; PASTORE, G. M. Wild Brazilian species of Eugenia genera (Myrtaceae) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. **Food Research International**, v. 121, p. 57–72, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996919301620>. Acesso em: 07 ago. 2021.

ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. **Apostila do curso anual em processo de extrusão de alimentos: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de alimentos para consumo humano e animal**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 2011. 100p

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Virginia, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. (1094. p) Gaithersburg, 2010.

AZEVEDO, S. C. M.; VIEIRA, L. M.; MATSUURA, T.; SILVA, G. F.; DUVOISIN JUNIOR, S.; ALBUQUERQUE, P. M. Study of the conservation of the nutritional properties of in natura Tucumã pulp (*Astrocaryum aculeatum*) using vacuum packaging. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2016107, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/JP43hQ54yFd8cMntBckYnVM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 jul. 2021.

BAMIGBOYE, C.O; OMOMOWO, I.O.; ALAO, M.B.; ELEGBEDE, J.A.; ADEBAYO, E.A. Free radical scavenging ability, mechanisms of action and health implications of oyster mushrooms (*Pleurotus* species). **Journal Microbiology Biotechnology and Food Sciences**, v.10, n. 4, p. 636-647, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/349172409\\_FREE\\_RADICAL\\_SCAVENGING\\_ABILITY\\_MECHANISMS\\_OF\\_ACTION\\_AND\\_HEALTH\\_IMPLICATIONS\\_OF\\_OYSTER\\_MUSHROOMS\\_Pleurotus\\_species\\_Addresses](https://www.researchgate.net/publication/349172409_FREE_RADICAL_SCAVENGING_ABILITY_MECHANISMS_OF_ACTION_AND_HEALTH_IMPLICATIONS_OF_OYSTER_MUSHROOMS_Pleurotus_species_Addresses). Acesso em: 25 jun. 2021.

BANKOFF, A. D. P. et al. Doenças Crônicas não Transmissíveis: história familiar, hábitos alimentares e sedentarismo em alunos de graduação de ambos os sexos. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 37-56, 2017.

BAO, C.; JIANG, P.; CHAI, J.; JIANG, Y.; LI, D.; BAO, W.; LIU, B.; LIU, B.; NORDE, W.; LIA, Y. The delivery of sensitive food bioactive ingredients: Absorption mechanisms, influencing factors, encapsulation techniques and evaluation models. **Food Research International**, v. 120, p. 130–140, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.02.024>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BARRALES, F. M. **Extração de óleo de semente de maracujá (*Passiflora edulis* sp.) usando CO<sub>2</sub> supercrítico assistido por ultrassom**. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BARREIROS, A.L.B.S.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Quím. Nova**, v. 29, n. 1, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/K9hDbHkb3D3KPkpgpLz7fg7k/?lang=pt>. Acesso em: 23 jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000100021>.

BAÚ T. R.; DA SILVA, L. C.; GARCIA, S.; IDA, E. I. Propriedades funcionais tecnológicas das fibras de soja, aveia e trigo e produtos de soja com adição de fibras e fermentados com cultura de kefir. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 3093-3102, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744118003>. Acesso em: 26 set. 2021.

BELISÁRIO, C. M.; SOARES, A. G.; CONEGLIAN, R. C. C.; PLÁCIDO, G. R.; CASTRO, C. F. S.; RODRIGUES, L. A. N. Carotenoids, sugars, ascorbic acid, total phenolics, and antioxidant activity of murici from Brazilian Cerrado during refrigerated storage. **Ciência Rural**, v. 50, n. 4, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/H3b5LQ5qMYcPPDmTDkGz67D/?lang=en>. Acesso em: 15 mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180620>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monitoramento do Plano de Ações Estratégicas para Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) 2011 - 2022**, 2019. Disponível em: <http://svs.aims.gov.br/dantps/centrais-de-conteudos/eventos/2019/VIForum/mesa13-monitoramento-DCNT.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alegações de propriedade funcional aprovadas**. 2019. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas\\_anvisa.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas_anvisa.pdf). Acesso em: 5 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Departamento de Análise de Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis**. Painel de Monitoramento da Mortalidade Prematura (30 a 69 anos) por DCNT, 2020 [Atualizado em maio]. Disponível em: <http://svs.aims.gov.br/dantps/centrais-de-conteudos/paineis-de-monitoramento/mortalidade/dcnt/>. Acesso em: 24 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**, volume 1. 5ª Ed. Brasília, 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005: regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 ago. 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Vigitel Brasil 2016: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2016**, Brasília, p.160, 2017. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/02/vigitel-brasil-2016.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Vigitel Brasil 2018: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2018**, Brasília, p.132, 2019. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel\\_brasil\\_2018\\_vigilancia\\_fatores\\_risco.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2018_vigilancia_fatores_risco.pdf). Acesso em: 15 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 2, de 7 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 9 de janeiro de 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde**. 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. Resolução RDC/ANVISA/MS nº270, de 22 de Setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1.

\_\_\_\_\_. Secretaria De Vigilância em Saúde. **Sistema Nacional de Vigilância em Saúde: relatoria de situação: Pará**, Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011.

BENTO-SILVA, A., KOISTINEN, V. M., MENA, P., BRONZE, M. R., HANHINEVA, K., SAHLSTRØM, S.; KITRYTĖ, V.; MOCO, S.; AURA, A.M. Factors affecting intake, metabolism and health benefits of phenolic acids: Do we understand individual variability?. **European Journal of Nutrition**, p. 1–19, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00394-019-01987-6>. Acesso em 19 mai. 2021.

BORGES, M. V.; SOUSA, E. B.; SILVEIRA, M. F. A.; SOUZA, A. R. M.; ALVES, V. M.; NUNES, L. B. M.; BARROS, S. K. A. Propriedades físico-químicas e tecnológicas da farinha do resíduo de açaí e sua utilização. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e17810514517, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14517>. Acesso em: 26 set. 2021.

BRITO, B. B. et al. Cardiovascular diseases: risk factors in adolescents. **Cogitare Enferm**, v. 21, n. 2, p. 01-08, 2016. Disponível em: [https://www.redalyc.org/journal/4836/483653650006/483653650006\\_2.pdf](https://www.redalyc.org/journal/4836/483653650006/483653650006_2.pdf). Acesso em 19 mai. 2021.

CANGUSSU, L.B.; FRONZA, P.; CAVALCANTI, W.M. Pós ricos em fibras oriundos de subprodutos de resíduos de frutos tropicais: um levantamento bibliográfico sobre seus compostos bioativos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e80996803, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6803>. Acesso em 19 jul. 2021.

CASTILHO, F.; FONTANARI, G. G.; BATISTUTI, J. P. Avaliação de algumas propriedades funcionais das farinhas de tremço doce (*Lupinus albus*) e feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) e sua utilização na produção de fiambre. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 30, n. 1, p. 68-75, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/HbT4LKVbFPMHXWmGRjJzGCx/?lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2021.

CHAGAS, E. G. L.; GARCIA, V. A. S.; SILVA, L. C. B.; VANIN, F. M.; CARVALHO, R. A. Farinha de casca de manga: propriedades tecnológicas e perfil de compostos fenólicos. *Tecnologia de Alimentos Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos*,

**Editora Científica Digital**, v. 2, capítulo 24, 2020. Disponível em:  
<https://www.editoracientifica.org/articles/code/200800935>. Acesso em 19 set. 2021.

CIRIMINNA, R.; CHAVARRÍA-HERNÁNDEZ, N.; HERNÁNDEZ, A. I. R.; PAGLIARO, M. Pectin: A New Perspective from the Biorefinery Standpoint. **Biofuels Bioprod. Biorefin.**, v. 9, n. 4, p. 368–377, 2015. Disponível em:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bbb.1551>. Acesso em: 3 out. 2021.

COELHO, E. M.; AZEVÊDO, L. C.; VIANA, A. C.; RAMOS, I. G.; GOMES, R. G.; LIMA, M. dos S.; UMSZA-GUEZ, M. A. Physico-chemical properties, rheology and degree of esterification of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 1, p. 166-173, 2018.

COFFMAN, C. W.; GARCIA, V. V. Functional properties and amino acid content of protein isolate from mung bean flour. **Journal of Food Technology**, v. 12, p. 473-484, 1977. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1977.tb00132.x>. Acesso em 19 jul. 2021.

COLONNA, P; BULEON, A; MERCIER, CP. Physically modified starch. In *Starch: Properties and potencial*. Ed. By T. Galliard, **John Wiley & Sons**, New York, cap.4, p.79-114, 1987.

CORRÊA, R.C.G.; GARCIA, J.A.A.; CORREA, V.G.; VIEIRA, T.F.; BRACHT, A.; PERALTA, R.M. Pigments and vitamins from plants as functional ingredients: Current trends and perspectives. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 90, p. 259–303, 2019. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104345261930018X>. Acesso em: 24 jul. de 2021.

COSTA, B. F.; LIZ, F. R. de; FERREIRA, J. G. S.; SANTOS, R. C.; GONÇALVES, T. H.; BALBI, M. E. Uso da farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* deg. -família *passifloraceae*) na formulação de macarrão caseiro. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.19, n.4, 2018. Disponível em:  
<https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/65496/37821>. Acesso em: 29 set. 2021.

COSTA, J.C.; CANELLA, D.S.; MARTINS, A. P. B.; LEVY, R.B.; ANDRADE, G.C.; LOUZADA, M. L. C. Consumo de frutas e associação com a ingestão de alimentos ultraprocessados no Brasil em 2008-2009. **Cien Saude Colet**, 2019. Disponível em:  
<http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/consumo-de-frutas-e-associacao-com-a-ingestao-de-alimentos-ultraprocessados-no-brasil-em-20082009/17272?id=17272>. Acesso em: 08 nov. 2019.

COSTA, L. A. **Caracterização do resíduo da fabricação de farinha de mandioca e seu aproveitamento no desenvolvimento de alimento em barra**. 69 p. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004.

COSTA, R. N. F.; DA SILVA, A. G. F.; FEITOSA, B. F.; DE OLIVEIRA, E. N. A.; ROCHA, E. M. F. F. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de geleia formulada a partir do aproveitamento do albedo do maracujá amarelo. **CIAGRO**,

Inovação, gestão e sustentabilidade na agroindústria, 2021. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro2021/uploads/798.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2021.

CRUZ, B. C. S.; CHAGAS, C. G. O.; MOREIRA, A V. B. O tratamento térmico influencia as características físico-químicas e oxidativas do óleo de coco. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, 2018, 39.1: 51-58.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DRANCA, F.; OROIAN, M. Extraction, Purification and characterization of pectin from alternative sources with potential technological applications. **Food Res. Int.**, v.113, p. 327–350, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996918305192>. Acesso em: 3 out. 2021.

DUARTE, Y.; CHAUX, A.; LOPEZ, N.; LARGO, E.; RAMIREZ, C.; NUNEZ, H. SIMPSON, R.; VEJA, O. Effects of Blanching and Hot Air Drying Conditions on the Physicochemical and Technological Properties of Yellow Passion Fruit (*Passiflora edulis* Var. *Flavicarpa*) by-Products. **Journal of Food Process Engineering**, v. 40, n. 3, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpe.12425>. Acesso em: 26 set. 2021.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v.12, n.2, p.411– 421, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814610007880>. Acesso em: 19 set. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mandioca e Fruticultura**. Base de dados dos produtos, 2019. Disponível em: < [http://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/brasil/maracuja/maracuja\\_brasil.htm](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/brasil/maracuja/maracuja_brasil.htm) >. Acesso em: 17 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Coleção 500 perguntas, 500 respostas. 2016. 341 p. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

FALUDI, A. et al. Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose - 2017. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 1, 2017.

FARMACOPEIA BRASILEIRA 5ª ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 2000.

FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum Lineu*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 56-65, 2008.

FERRARI, C. K. B. Implementation of Public Health Policies for Healthy Lifestyles Promotion: What Brazil Should Tell Us?. *Health Promotion Perspectives*. v. 8, n. 3, p. 243-248. jul. 2018.

FREIRE, A. K. S. et al. Panorama no brasil das doenças cardiovasculares dos últimos quatorze anos na perspectiva da promoção à saúde. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 11, n. 9, p. 21-44, 2017.

GERMANI, R.; BENASSI, V. T.; CARVALHO, J. L.V. **Métodos de avaliação de grão e farinha de trigo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1997. 84p. (EMBRAPA-CTAA, Documentos, n.28).

GIACONIA, M. A.; RAMOS, S. P.; PEREIRA, C. F.; LEMES, A. C.; DE ROSSO, V. V.; BRAGA, A. R. C. Overcoming restrictions of bioactive compounds biological effects in food using nanometer-sized structures. **Food Hydrocolloids**, v. 107, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X20302757?via%3Dihub>. Acesso em: 19 jul. 2021.

GIUNTINI, E. B. I Alimentos funcionais. **Editora e Distribuidora Educacional S.A.**, Londrina, 2018.

GONG, K.J.; SHI, A.M.; LIU, H.Z.; LIU, L.; HU, H.; ADHIKARI, B.; WANG, Q. Emulsifying properties and structure changes of spray and freeze-dried peanut protein isolate. **Journal of Food Engineering**, v.170, p.33-40. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877415004094>. Acesso em: 21 jul. 2021.

GRACE, S. L. et al. Cardiac rehabilitation delivery model for low-resource settings. **Heart**, v. 102, n.18, p.1449-5, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27181874/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

HASHIMOTO, H.; URAGAMI, C. & COGDELL, R. J. Carotenoids and photosynthesis. **Subcell. Biochem.**, v. 79, p. 111–139, 2016. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-39126-7\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-39126-7_4). Acesso em: 20 jul. 2021.

HENRIQUE, V.A.; NUNES, C. R.; AZEVEDO, F.T.; PEREIRA, S.M.F.; BARBOSA, J.B.; TALMA, S.V. Alimentos funcionais [e-book]: aspectos nutricionais na qualidade de vida. 1. ed., Aracaju: Edifs, 2018. 57 p.. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/852>. Acesso em: 22 jun. 2021.

HOSSEINI, S.; KHODAIYAN, F.; KAZEMI, M.; NAJARI, Z. Optimization and Characterization of Pectin Extracted from Sour Orange Peel by Ultrasound Assisted Method. *Int. J. Biol. Macromol.*, v. 125, p. 621–629, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813018348542>. Acesso em: 3 out. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e de Estatística. **Indicadores**: produção agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 jan 2019.

\_\_\_\_\_. **Censo agropecuário: resultados definitivos 2017**. Disponível em: [https://ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76346](https://ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76346). Acesso em: 17 mai. 2020.

INAYATI; PUSPITA, R. I.; FAJRIN, V. L. Extraction of pectin from passion fruit rind (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) for edible coating. **AIP Conference Proceedings** **1931**, p. 030002-1–030002-5, 2018. Disponível em: <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5024061>. Acesso em: 2 out. 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (1978) ISO 5509 – Animal and vegetable fats and oils – preparation of methyl esters of fatty acids. pp. 1–6.

ISHARTANI, D.; SARI, A. M.; ARIFANI, R.; KAWIJI. Partial Characterization of Watermelon Albedo Pectin Extracted Using Citric Acid Combined with Microwave Assisted Extraction. **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science**, v. 518, 012060, 2020. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/518/1/012060/meta>. Acesso em: 2 out. 2021.

IYDA, J. H.; FERNANDES, A.; CALHELHA, R. C.; ALVES, M. J.; FERREIRA, F. D.; BARROS, L.; AMARAL, J.S.; FERREIRA, I. C.F.R. Nutritional composition and bioactivity of *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy: An underexploited edible wild plant. **Food Chemistry**, v. 295, p. 341–349, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619309422>. Acesso em: 19 jul. 2021.

JADHAV, R. V.; BHUJBAL, S. S. A review on natural food colors. **Pharmaceutical Resonance**, v. 2, n. 2, p. 12-20, 2020. Disponível em: <https://pharmacy.dypvp.edu.in/pharmaceutical-resonance/downloads/original-research-articles/Volume2-Issue2/0004-Manuscript.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2021.

JAIN, A.; SHARMA, G.; GHOSHAL, G.; KESHARWANI, P.; BHUPINDER SINGH, B.; SHIVHARE, U. S.; KATARE, O. P. Lycopene loaded whey protein isolate nanoparticles: An innovative endeavor for enhanced bioavailability of lycopene and anti-cancer activity. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 546, p. 97-105, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29715533/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

JIANG, H.; WANG, Z.; MA, Y.; QU, Y.; LU, X.; LUO, H. Effects of Dietary Lycopene Supplementation on Plasma Lipid Profile, Lipid Peroxidation and Antioxidant Defense System in Feedlot Bamei Lamb. **Asian-australas J Anim Sci.**, v. 28, n. 7, p. 958–965, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26104400/>. Acesso em: 23 jul. 2021. DOI:10.5713/ajas.14.0887.

KARSTEN, M. Cardiovascular rehabilitation (and physical therapy) in Brazil. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo , v. 25, n. 1, p. 1-2, Mar. 2018.

KURUTAS, E.B. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: current state. **Nutrition Journal**, v.15, n.1, p.71, 2016. Disponível em:

<https://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12937-016-0186-5?crsi=6624973122>. Acesso em: 21 jun. 2021. DOI 10.1186/s12937-016-0186-5.

LEE W.; KU, S.; BAE, J. Vascular barrier protective effects of orientin and isoorientin in LPS-induced inflammation in vitro and in vivo, *Vascular Pharmacology*, v.62, n. 1, p. 3-14 Jul. 2014. ISSN 1537-1891.

LEO, E.E.M.; FERNÁNDEZ, J.J.A.; CAMPOS, M.R.S. Biopeptides with antioxidant and anti-inflammatory potential in the prevention and treatment of diabetes disease. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 83, p. 816–826, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0753332216304826?via%3Dihub>. Acesso em: 29 jul. 2020.

LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.27, p.579-588, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/jDzKW4B7y4s7GY5cxT4rTpp/?lang=pt>. Acesso em: 29 jul. 2020.

LI, C.Z.; JIN, H.H.; SUN, H.X.; ZHANG, Z.Z.; ZHENG, J.X.; LI, S.H.; HAN, S.H. Eriodictyol attenuates cisplatin-induced kidney injury by inhibiting oxidative stress and inflammation. **Eur. J. Pharmacol.**, v. 772, p.124–130, 2016a. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26723515/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

LI, J.; SAPPER, T.N.; MAH, E.; RUDRAIAH, S.; SCHILL, K.E.; CHITCHUMROONCHOKCHAI, C.; MOLLER, M.V.; MCDONALD, J.D.; ROHRER, P.R.; MANAUTOU, J.E.; et al. Green tea extract provides extensive Nrf2-independent protection against lipid accumulation and NFkappaB pro-inflammatory responses during nonalcoholic steatohepatitis in mice fed a high-fat diet. **Mol. Nutr. Food Res.**, v. 60, p. 858–870, 2016b. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26679056/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

LI, S.; TAN, H. Y.; WANG, N.; CHEUNG, F.; HONG, M.; FENG, Y. The Potential and Action Mechanism of Polyphenols in the Treatment of Liver Diseases. **Hindawi. Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v., p. 25, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8394818>. Acesso em: 29 jul. 2020.

LIMA, G. C; VUOLO, M. M.; BATISTA, A. G.; DRAGANO, N. R. V.; SOLON, C.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Passiflora edulis peel intake improves insulin sensitivity, increasing incretins and hypothalamic satiogenic neuropeptide in rats on a high-fat diet. **Nutrition**, v. 32, p. 863-70, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27138107/>. Acesso em: 27 jul. 2021. DOI: 10.1016/j.nut.2016.01.014.

LIU, H.; CAO, J.; JIANG, W. Evaluation and comparison of vitamin C, phenolic compounds, antioxidant properties and metal chelating activity of pulp and peel from selected peach cultivars. **LWT Food Sci. Technol.** 2015, 63, 1042–1048. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643815003345>. Acesso em: 5 out. 2021.

LÓPEZ-VARGAS, J.H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J.Á.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and

antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v.51, p.756-763, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996913000823>. Acesso em: 02 ago. 2021.

LUTZ, I. A. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos físicos e químicos para análises de alimentos**. 4.ed. São Paulo: 2008. v.1.

MACHADO, A. V.; BARBOSA, L. S.; SOUZA, J. A.; MEDEIROS, A. C.; ALMEIDA, J. C.; SILVA, E. V.; UGULINO, A. L. N.; ALEXANDRE, F. B. de A.; MARACAJÁ, P. B. Convective drying and physicochemical evaluation of passion fruit peel flour. **International Journal of Development Research**, v. 07, n. 11, p. 17253-17527, 2017.

MAIA, S. M. P. C.; PONTES, D. F.; GARRUTI, D. S.; DE OLIVEIRA, M. N.; ARCANJO, S. R. S.; CHINELATE, G. C. B. Farinha de maracujá na elaboração de bolo de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.13, n. 3, p. 328-336, 2018. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/5678/5893>. Acesso em: 25 jul. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i3.5678>

MALTA, DC; ANDRADE, SSCA; OLIVEIRA, TP; MOURA, L; PRADO, RR; SOUZA, MFM. Probabilidade de morte prematura por doenças crônicas não transmissíveis, Brasil e regiões, projeções para 2025. **Rev Bras Epidemiol** [Internet]. 2019; 22:e190030. Disponível em: .Acesso em: 24 mai. 2020.

MATIAS, T. G. et al. Densidade aparente dos resíduos da polpa de maracujá. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, n. 0, 7 jun. 2018.

MATOS, K. A. N., LIMA, D. P.; BARBOSA, A. P. P.; MERCADANTE, A. Z. & CHISTÉA, R. C. Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. **Food Chemistry**, v. 272, p. 216-221, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814618314547>. Acesso em: 15 mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.053>.

MARHUENDA, J.; VILLAÑO, D.; CERDÁ, B.; ZAFRILLA, M P. Cardiovascular Disease and Nutrition. **Nutrition in Health and Disease - Our Challenges Now and Forthcoming Time**, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.84370>.

MENDES, A.P.A; PEREIRA, R.C.; ANGELIS-PEREIRA, M.C. Estresse oxidativo e sistemas antioxidantes: conceitos fundamentais sob os aspectos da nutrição e da ciência dos alimentos. **Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos**, v. 2, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/345183828>. Acesso em: 21 jun. 2021. DOI: 10.37885/200800988.

MENG, G., MA, C.Y. Characterization of globulin from *Phaseolus angularis* (red bean). **Int. J. Food Sci. Technol**, v. 37, 687e695, 2002. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2621.2002.00601.x>. Acesso em: 26 set. 2021.

MESQUITA, G. F. D.; TORQUILHO, H. de. S. O uso dos carotenóides para promoção da saúde. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 1, 2016.

MILANEZ, J.T., NEVES, L.C., COLOMBO, R.C., SHAHAB, M.; ROBERTO, S.R. Bioactive compounds and antioxidant activity of buriti fruits, during the postharvest, harvested at different ripening stages. **Scientia Horticulturae**, v. 227, p. 10–21, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423817305265>. Acesso em: 20 jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.045>.

MILLER, F. A.; FUNDO, J. F.; GARCIA, E.; SANTOS, J. R.; SILVA, C. L. M.; BRANDÃO, T. R. S. Physicochemical and Bioactive Characterisation of Edible and Waste Parts of “Piel de Sapo”. **Melon. Horticulturae**, v. 6, n. 4, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/6/4/60>. Acesso em: 6 out. 2021.

MIRANDA, L. R.; SOUZA, A. L. G.; SILVA, G. C. T.; SANTOS, O. V. Aplicação da microscopia eletrônica de varredura aos grânulos do albedo de maracujá: qualidade nutricional-funcional e potencial tecnológico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 19, n. 2, p. 217-230, 2017. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev192/rev19211.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

MONSALVE, Bernardita; CONCHA-MEYER, Anibal; PALOMO, Iván; FUENTES, Eduardo. Mechanisms of Endothelial Protection by Natural Bioactive Compounds from Fruit and Vegetables. *Anais da Academia Brasileira de Ciências (2017) 89(1 Suppl.): 615-633 (Annals of the Brazilian Academy of Sciences) Printed version ISSN 0001-3765 / Online version ISSN 1678-2690* <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201720160509> [www.scielo.br/aabc](http://www.scielo.br/aabc)

MORAIS CA, ROSSO VV, ESTADELLA D, PISANI LP. Anthocyanins as inflammatory modulators and the role of the gut microbiota. **J Nutr Biochem** 33:1–7, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27260462/>. Acesso em: 25 mai. 2020.

MORAIS, D.R.; ROTTA, E.M.; SARGI, S.C.; BONAFE, E.G.; SUZUKI, R.M.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V. Proximate composition, mineral contents and fatty acid composition of different parts and dried peels of tropical fruits cultivated in Brazil. **J. Braz. Chem. Soc.** 2017, 28, 308–318.

MORAND, C., & TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Contribution of plant food bioactives in promoting health effects of plant foods: why look at interindividual variability? **Eur J Nutr**, v. 58, p. 13-19, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00394-019-02096-0>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MORENO, E. C. et al. Caracterização morfométrica de frutos e sementes do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims f. Flavicarpa Degener*). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 2015.

MOTA, N. S. R. S.; KVIECINSKI, M. R.; ZEFERINO, R. C.; DE OLIVEIRA, D. A.; BRETANHA, L. C.; FERREIRA, S. R.; MICKE, G. A.; WILHELM FILHO, D.;

PEDROSA, R. C.; OURIQUE, F. In vivo antitumor activity of by-products of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Rich in medium and long chain fatty acids evaluated through oxidative stress markers, cell cycle arrest and apoptosis induction. **Food and Chemical Toxicology**, v. 118, p. 557-565, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29886231/>. Acesso em: 27 jul. 2021.

MOZAFARPOUR, R.; KOOCHKEKI, A.; MILANI, E.; VARIDI, M. Extruded soy protein as a novel emulsifier: Structure, interfacial activity and emulsifying property. **Food Hydrocolloids**, v. 93, p. 361-373, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X18319416>. Acesso em: 26 set. 2021.

MOZOS, I.; STOIAN, D.; CARABA, A.; MALAINER, C.; HORBAŃCZUK, J.O.; ATANASOV, A.G. Lycopene and Vascular Health. **Front Pharmacol.**, v. 9, n. 521, 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2018.00521/full>. Acesso em: 23 jul. 2021. DOI:10.3389/fphar.2018.00521.

MÜLLER, L.; CARIS-VEYRAT, C.; LOWE, G.; BÖHM, V. Lycopene and Its Antioxidant Role in the Prevention of Cardiovascular Diseases-A Critical Review. **Crit Rev Food Sci Nutr.**, v. 56, n. 11, p. 1868–1879, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2013.801827>. Acesso em: 23 jul. 2021. DOI: 10.1080/10408398.2013.801827.

NASCIMENTO, N. C.; DE MEDEIROS, H. I. R.; PEREIRA, I.C.; OLIVEIRA, R. E. S.; DE MEDEIROS, I. L.; DE MEDEIROS JÚNIOR, F. C. Elaboração de biscoito com a farinha da casca do maracujá (*Passiflora edulis*). **Research, Society and Development**, v. 9, n.7, e501974333, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4333/3696>. Acesso 25 jul. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4333>

NERI-NUMA, I.A., SANCHO, R.A.S., PEREIRA, A.P.A., & PASTORE, G.M. Small Brazilian wild fruits: nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, p. 345–360, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996917307330>. Acesso em: 20 jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.053>.

NOGUEIRA, W. V. (Org.). Realidades e perspectivas em Ciência dos Alimentos [recurso eletrônico]. Nova Xavantina, MT: **Pantanal**, p. 103, 2020.

OLIVEIRA, A. D. **Aplicação das tecnologias supercrítica e convencionais para o reaproveitamento dos resíduos do processamento de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*)**. 2015. 205 f. Tese (Doutorado Faculdade de Engenharia de Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

OLIVEIRA, F. A. S.; ANDRADE, A. B.; DAMASCENO, W. R. P.; AZEVÊDO, R. R. M.; CRUZ, R. S. Preparation of panification products using passion fruit in replacement of wheat flour. **JBTH**, v. 2, n. 3, p. 99-104, 2019. Disponível em: <http://www.jbth.com.br/index.php/JBTH/article/view/78>. Acesso em: 26 jul. 2021.

OLIVEIRA, J. L.; ALMEIDA, C.; SILVA, B.N. A importância do uso de probióticos na saúde humana. **Unesc & Ciência-ACBS**, v. 8, n. 1, p. 7-12, 2017.

OLIVEIRA, R.S.; LUCAS, C.P.; ANTONUCCI, G.; SILVA, F.C. Compostos bioativos naturais: agentes promissores na redução do estresse oxidativo e processos inflamatórios. **South American Journal of Basic Education**, Technical and Technological, v.5. n.2, p. 285-273, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1643>. Acesso em: 19 jun. 2021.

OLIVEIRA, T. Í. S.; ROSA, M. F.; CAVALCANTE, F. L.; PEREIRA, P. H. F.; MOATES, G. K.; WELLNER, N.; MAZZETTO, S. E., WALDRON, K. W.; AZEREDO, H. M. C. Optimization of Pectin Extraction from Banana Peels with Citric Acid by using Response Surface Methodology. **Food Chem.**, v. 198, p. 113–118, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814615012881?via%3Dihub>. Acesso em: 2 out. 2021.

OMS. Organização Mundial de Saúde. Doença cardiovascular. World Health Organization [Internet]. 2017a. Disponível em: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)). Acesso em: 16 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. Noncommunicable diseases. World Health Organization [Internet]. Jun. 2018a. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em: 15 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. Noncommunicable Diseases (NCD) Country Profiles. Geneva: World Health Organization, 2018b. Disponível em: <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-profiles-2018/en/>. Acesso em: 15 mai. 2020.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. Doenças cardiovasculares, Brasília, DF, 2017. [Internet]. 2017. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5253:doencas-cardiovasculares&Itemid=1096](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5253:doencas-cardiovasculares&Itemid=1096). Acesso em: 16 mai. 2020.

ORO, T.; LIMBERGER, V. M.; MIRANDA, M. Z.; RICHARDS, N. S. P. S.; GUTKOSKIL, L. C.; FRANCISCO, A. Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.43, n. 4, p. 754-760, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/g9rnm9pwm8NbHThjNqHLvwq/?lang=pt>. Acesso em: 19 set. 2021.

ORTEGA, A. M. M.; CAMPOS, M. R. S. Bioactive Compounds as Therapeutic Alternatives. *Bioactive Compounds, Health Benefits and Potential Applications*, p. 247-264, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012814774000013X?via%3Dihub>. Acesso em: 26 jul. 2020.

OTERO, D.; ANTUNES, B.; BOHMER, B.; JANSEN, C.; CRIZEL, M.; LORINI, A.; KRUMREICH, F.; ZAMBIAZI, R. C. Bioactive compounds in fruits from different regions of Brazil. **Rev Chil Nutr**, v. 47, n. 1, p. 31-40, 2020. Disponível em:

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182020000100031&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000100031&lng=en&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 15 mar. 2021.

PANELLI, M.F.; PIERINE, D. T.; DE SOUZA, S. L. B.; FERRON, A. J. T.; GARCIA, J. L.; DOS SANTOS, K. C.; BELIN, M. A. F.; LIMA, G. P. P.; BORGUINI, M. G.; MINATEL, I. O.; CICOGNA, A. C.; FRANCISQUETI, F. V.; CORRÊA, C. R. Bark of *passiflora edulis* treatment stimulates antioxidant capacity, and reduces dyslipidemia and body fat in db/db mice. **Antioxidants**, v.7, n.120, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30205562/>. Acesso em: 27 jul. 2021.

PAREEK, S.; SAGAR, N. A.; SHARMA, S.; KUMAR, V.; AGARWAL, T.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; YAHIA, E. M. Chlorophylls: Chemistry and Biological Functions. In book: *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health*, v. 1, 2 Ed., p.269-284, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319703059\\_Chlorophylls\\_Chemistry\\_and\\_Biological\\_Functions](https://www.researchgate.net/publication/319703059_Chlorophylls_Chemistry_and_Biological_Functions). Acesso em 6 out. 2021.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; TORRES, J. L. Analysis of nonextractable phenolic compounds in foods: The current state of the art. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 24, p.12713–12724, 2011. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf203372w>. Acesso em: 7 out. 2021.

PEREIRA, M. G.; MACIEL, G. M.; HAMINIUK, C. W. I.; BACH, F.; HAMERSKI, F.; SCHEER, A. P.; CORAZZA, M. L. Effect of extraction process on composition antioxidant and antibacterial activity of oil from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Var. *Flavicarpa*) seeds. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, n. 9, p. 2611- 2625, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-018-0269-y>. Acesso em: 26 jul. 2021.

PEREIRA, P.; OLIVEIRA, T.; ROSA, M.; CAVALCANTE, F.; MOATES, G.; WELLNER, N.; WALDRON, K.; AZEREDO, H. Pectin Extraction from Pomegranate Peels with Citric Acid. **Int. J. Biol. Macromol.**, v. 88, p. 373–379, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813016303087>. Acesso em: 3 out. 2021.

PICOT-ALLAIN, M. C. N.; RAMASAWMY, B.; EMMAMBUX, M. N. Extraction, Characterisation, and Application of Pectin from Tropical and Sub-Tropical Fruits: A Review. **Food Reviews International**, p. 1-31, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559129.2020.1733008>. Acesso em: 3 out. 2021.

PORTE, A.; SILVA, E. F.; ALMEIDA, V. D. S.; SILVA, T. X.; PORTE, L. H. M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2011. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev131/Art13112.pdf>. Acesso em: 26 set. 2021.

RAMOS-AGUILAR, A. L., ORNELAS-PAZ, J., TAPIA-VARGAS, L. M., RUIZ-CRUZ, S., GARDEA-BÉJAR, A. A., YAHIA, E. M., ... IBARRA-JUNQUERA, V. The importance of the bioactive compounds of avocado fruit (*Persea Americana* Mill)

on human health. **Biotecnia**, v. 21, p. 154–162, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i3.1047>. Acesso em: 6 out. 2021.

RAMOS, C. M. P.; BORA, P. S. Functional characterization of acetylated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H. B. K) kernel globulin. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 134-138, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/JFt9tBfTQY8KMFDm8nBygXd/?lang=en>. Acesso em: 26 jul. 2021.

RAMOS, C. M. P.; BORA, P. S. Functionality of succinylated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* HBK) Kernel globulin. **Plant food for human nutrition**, n. 60, p. 1-6, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15898352/>. Acesso em: 26 jul. 2021.

REIS, L. C. R.; FACCO, E. M. P.; SALVADOR, M.; FLÔRES, S.H.; RIOS, A.O. Antioxidant potential and physicochemical characterization of yellow, purple and orange passion fruit. **J Food Sci Technol**, v. 55, p. 2679-2691, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-018-3190-2>. Acesso em: 22 mai. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3190-2>.

REHMAN, A.; AHMAD, T.; AADIL, R.; SPOTTI, M.; BAKRY, A.; KHAN, I.; ZHAO, L.; RIAZ, T.; TONG, Q. Pectin Polymers as Wall Materials for the Nano-Encapsulation of Bioactive Compounds. **Trends Food Sci. Technol.**, v. 90, p. 35–46, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224419302390>. Acesso em: 2 out. 2021.

RESOSEMITO, F. S.; XAVIER, T. A. L.; SOUSA, I. V. O.; ROJAS, M. O. A. I. Aproveitamento da casca de maracujá na elaboração de geléia de maracujá com pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*): formulação, preparação, caracterização físico-química e avaliação sensorial. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 68617-68623, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/16644#:~:text=A%20incorpora%C3%A7%C3%A3o%20da%20pimenta%20malagueta,livres%20e%20assim%20retardar%20o>. Acesso em: 25 jul. 2021. DOI: 10.34117/bjdv6n9-344.

RIBEIRO, B. D.; PEREIRA, K. S.; NASCIMENTO, R. P.; COELHO, M. A. Z. *Microbiologia industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier. 2018.

RIBEIRO, T. H. S. Physicochemical and sensory characterization of gluten-free fresh pasta with addition of passion fruit peel flour. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n.12, e20180508, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/KMx5WPBLcv3r8JFSS8sWppJ/?lang=en>. Acesso em: 01 abr. 2020.

RODOPOULOU, S. et al. Air pollution and hospital emergency room and admissions for cardiovascular and respiratory diseases in Dona Ana County, New Mexico. **Environmental research**, v. 129, p. 39-46, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods*. Washington, 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Natural Food Pigments and Colourants. **Bioactive Molecules in Food**, Reference Series in Phytochemistry, p. 1- 35, 2018. Disponível em: [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-54528-8\\_12-1](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-54528-8_12-1). Acesso em: 24 jul. 2021. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-54528-8\\_12-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-54528-8_12-1)

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. Brasília, DF: MMA/SBF, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/292260585\\_J\\_Fontes\\_Brasileiras\\_de\\_Carotenoides\\_Tabela\\_Brasileira\\_de\\_Composicao\\_de\\_Carotenoides\\_em\\_Alimentos](https://www.researchgate.net/publication/292260585_J_Fontes_Brasileiras_de_Carotenoides_Tabela_Brasileira_de_Composicao_de_Carotenoides_em_Alimentos). Acesso em: 20 jul. 2021.

RODRIGUES, D. O. B.; GUIMARÃES, R. DE C. A.; BOGO, D. Extração de compostos bioativos do flavedo/albedo e da farinha do pomelo submetida a diferentes processamentos. **Multitemas**, v. 25, n. 61, p. 117-131, 2021. Disponível em: <https://multitemasucdb.emnuvens.com.br/multitemas/article/view/1937>. Acesso em: 5 out. 2021.

RODRIGUES- JIMENEZ, J. R.; AMAYA-GUERRA, C. A.; BAEZ-GONZALEZ, J. G.; AGUILERA-GONZALEZ, C.; URIAS-ORONA, V.; NINO-MEDINA, G. Physicochemical, Functional, and Nutraceutical Properties of Eggplant Flours Obtained by Different Drying Methods. **Molecules**, Basileia, v. 23, n. 3210, p.13, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/12/3210>. Acesso em: 27 set. 2021.

RODRIGO, J. M. R.; ALQUÉZAR, B.; ALÓS, E.; LADO, J.; ZACARÍAS, L. Biochemical bases and molecular regulation of pigmentation in the peel of citrus fruit. **J. Sci. Hort.**, v. 163, p. 42–46, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423813004238>. Acesso em: 6 out. 2021.

RODSAMRAN, P.; SOTHORNVIT, R. Microwave Heating Extraction of Pectin from Lime Peel: Characterization and Properties Compared with the Conventional Heating Method. **Food Chem.**, v. 278, p. 364–372, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814618320053?via%3Dihub>. Acesso em: 3 out. 2021.

ROTTA, E. M.; GIROUX, E. J.; LAMOTHE, S.; BÉLANGER, D.; SABIK, H.; VISENTAINER, J. V.; BRITTEN, M. Use of passion fruit seed extract (*Passiflora edulis* Sims) to prevent lipid oxidation in dairy beverages during storage and simulated digestion. **Food Science and Technology**, v. 123, 109088, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820300761>. Acesso em: 26 jul. 2021.

SAINI, R. K.; ZAMANY, A. J.; & KEUM, Y. S. Ripening improves the content of carotenoid, alpha-tocopherol, and polyunsaturated fatty acids in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruits. **3 Biotech**, v. 7, n. 43, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5428086/>. Acesso em: 23 jul. 2021. DOI: 10.1007/s13205-017-0666-0.

SALGAÇO, M. K.; SACRAMENTO, L. V. S. Evaluation of total phenolic compounds in *Capsicum* spp. according of thermal processes. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193215416>. Acesso em: 21 jul. 2021.

SALGADO, J. Alimentos funcionais. **Oficina de Textos**, 1. ed., São Paulo, 2017.

SAMTIYA, M.; ALUKO, R.E.; DHEWA, T.; MORENO-ROJAS, J. M. Potential Health Benefits of Plant Food-Derived Bioactive Components: An Overview. **Foods**, v. 10, n. 4, p. 839, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/4/839>. Acesso em: 19 jul. 2021.

SANCHEZ, C. Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. **Synthetic and Systems Biotechnology**, v. 2, n.1, p. 13-22, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405805X16300230?via%3Dihub>. Acesso em 21 jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2016.12.001>.

SANDARANI, M. A Review: Different Extraction Techniques of Pectin. **J. Pharmacogn. Nat. Prod.**, v. 3, n. 3, p.1–5, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/343054080\\_A\\_Review\\_Different\\_Extraction\\_Techniques\\_of\\_Pectin](https://www.researchgate.net/publication/343054080_A_Review_Different_Extraction_Techniques_of_Pectin). Acesso em: 2 out. 2021.

SANTANA, F. C. **Avaliação dos compostos bioativos presentes na semente de *Passiflora* spp. e sua influência sobre marcadores bioquímicos, oxidativos e inflamatórios de camundongos submetidos à dieta hiperlipídica**. 2015. 180 f. Tese (Doutorado Faculdade de Ciências Farmacêuticas) Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTANA, G. S.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; EGEEA, M. B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 88-95, 2017. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agriconeo/article/view/1549/0>. Acesso em 19 set. 2021.

SANTHAKUMAR, AB; BATTINO, M; ALVAREZ-SUAREZ, JM. Dietary polyphenols: Structures, bioavailability and protective effects against atherosclerosis. **Food and Chemical Toxicology**. 2018;113:49-65.

SANTOS, E. A.; RIBEIRO, A. E. C.; BARCELLOS, T. T.; MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; CALIARI, M.; JÚNIOR, M. S. S. Exploitation of byproducts from the passion fruit juice and tilapia filleting industries to obtain a functional meat product. **Food Bioscience**, v. 41,101084, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429221002091>. Acesso em: 26 jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101084>.

SANTOS, J.R.M.P.; ALBERT, A.L.M.; LEANDRO, K.C. Importância de uma regulamentação específica com as definições e classificações dos produtos comercializados como suplementos alimentares, alimentos funcionais e nutracêuticos. **R. Dir. sanit.**, São Paulo, v.19 n.3, p. 54-67, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdisan/article/view/158497/153592>. Acesso em 18 jul. 2021a.

- SANTOS, R. T. S.; BIASOTO, A.C. P.; RYBKAB, C. D. C.; CASTRO, S. T.; AIDARB, G. C., BORGES, F. L. H. Physicochemical characterization, bioactive compounds, in vitro antioxidant activity, sensory profile and consumer acceptability of fermented alcoholic beverage obtained from Caatinga passion fruit (*Passiflora cincinnata* Mast.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 1, p. 111714, 2021b. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643821008677>. Acesso em: 27 jul. 2021.
- SANTOS-SÁNCHEZ, N.F.; SALAS-CORONADO, R.; VILLANUEVA-CAÑONGO, C.; HERNÁNDEZ-CARLOS, B. Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. **London: IntechOpen**, in Antioxidants, p. 1-29, 2019. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/66259>. Acesso em: 21 jul. 2021. DOI: 10.5772/intechopen.85270.
- SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, Roma, v. 77, n. 2/3, p. 187-194, 2002.
- SAMPAIO, U. M. Cereal matinal extrusado à base de arroz com a adição de café torrado e micronizado e extrato de café crioconcentrado. 2017. UNICAMP, 2017. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331924/1/Sampaio\\_UllianaMarques\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331924/1/Sampaio_UllianaMarques_M.pdf). Acesso em: 5 out. 2021.
- SATIJA, A.; HU, F. B. "Cardiovascular benefits of dietary fiber." **Current a the rosclerosis reports**, v.14. n. 6, p. 505-14, 2012.
- SCHERER, R; BÖCKEL, W. J. Avaliação dos teores de ácidos graxos presentes em azeites de oliva extra virgem comercializados no Vale do Taquari. **Revista Destaques Acadêmicos**, 2018, 10.4.
- SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R.; LAGO, A. M.T.; CAMPOS, L.G.; QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, p. 305-311, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814617317454>. Acesso em: 18 jul. 2021.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Fruticultura: Cenários Prospectivos A fruticultura brasileira em 2018**. 2019. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/\\$File/6083.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/$File/6083.pdf). Acesso em: 16 mai. 2020.
- \_\_\_\_\_. **O cultivo e o mercado do maracujá**. Mercado e vendas, Produto, 2016. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-maracuja,108da5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 26 jul. 2021.

SEPTEMBRE-MALATERRE, A.; REMIZE, F.; & POUCHERET, P. Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. **Food Research International**, v. 104, p. 86-99, 2018.

SESMA. Secretária Municipal de Saúde. **Plano Municipal De Saúde (PMS) Belém - PA 2018-2021**, 2017. 108 p. Disponível em: [https://www2.mppa.mp.br/sistemas/gcsubsites/upload/37/Plano%20Municipal%20de%20Saude\\_2018-2021-%20SESMA%20BELEM-PA.pdf](https://www2.mppa.mp.br/sistemas/gcsubsites/upload/37/Plano%20Municipal%20de%20Saude_2018-2021-%20SESMA%20BELEM-PA.pdf). Acesso em: 16 mai. 2020.

SHARMA, S.; KATOCH, V.; KUMAR, S.; CHATTERJEE, S. Functional relationship of vegetable colors and bioactive compounds: Implications in human health. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 92, 108615, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955286321000358>. Acesso em: 24 jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2021.108615>

SILVA, C.C.B.; Marques, I.S.; Pereira, D. M.; Campelo, D. D.; Nobre, E. M. C. S.; Pereira, C. T. M. Doces em massa elaborados com polpa de frutos tropicais e mesocarpo do maracujá amarelo (*passiflora edulis f. flavicarpa*): características físico-químicas e sensoriais. **Evidência**, Joaçaba v. 20, n. 2, p. 129-140, 2020. Disponível em: <https://unoesc.emnuvens.com.br/evidencia/article/view/24983/15998>. Acesso em: 25 jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.18593/eba.24983>

SILVA, D. S.; MARSIGLIA, W. I. M. L.; FREIRE, V. A. **Análise de acidez e índice de peróxido do óleo de soja utilizado em frituras**. Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus I, Campina Grande-PB, 2017.

SILVA, E. C. O. da; SILVA, W. P. da; GOMES, J. P.; SILVA, C. D. P. da S.; SOUTO, L. M. DE; COSTA, Z. R. T. Physico-chemical characteristics of passion fruit flour under removal of flavedo and of maceration. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.23, n.11, p.869-875, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/d6tbBpMHgsM76DYPxNjQdTww/abstract/?lang=en>. Acesso em: 2 out. 2021.

SILVA, F. C.; SILVA NETO, F. E. S.; SILVA, M. M.; SOUZA, B. A.; ARAÚJO, D. S.; SOUZA, L. C.; LEMOS, T. O.; PEREIRA, A. L. F.; ABREU, V. K. G. Propriedades Físico-químicas e Funcionais Tecnológicas da Farinha de *Talinum paniculatum* para Aplicações Alimentares. **Revista GEINTEC**, v. 11, n. 1, p. 5849-5864, 2021. Disponível em: <https://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/1467>. Acesso em: 20 set. 2021.

SILVA, N. C. **Desidratação de resíduos do processamento de maracujá-amarelo por diferentes metodologias**. 2015. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.

SILVA, N. M. DA.; ROSA, P. R. P. M. **Extração do óleo de semente de maracujá**. 2015. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos.

SILVEIRA, E. L. et al. Prevalência e distribuição de fatores de risco cardiovascular em portadores de doença arterial coronariana no Norte do Brasil. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v. 20, n. 3, p. 167-173, 2018.

SIQUEIRA, A. S. E.; DE SIQUEIRA-FILHO, A. G.; LAND, M G. P. Análise do impacto econômico das doenças cardiovasculares nos últimos cinco anos no brasil. **Arq Bras Cardiol**, v. 109, n. 1, p. 39-46, 2017.

SKIEPKO, N.; CHWASTOWSKA-SIWIECKA, I.; KONDRATOWICZ, J.; MIKULSKI, D. Fatty acid profile, total cholesterol, vitamin content, and TBARS value of turkey breast muscle cured with the addition of lycopene. **Poult Sci.**, v. 95, n. 5, p.1182–1190, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26908896/>. Acesso em: 23 jul. 2021. DOI:10.3382/ps/pew005.

SOCORRO, F.M.S; LIBONATI, R. M. F.; SABAA-SRUR, A. U. O.; LUO, R.; SHEJWALKAR, P.; HARA, K.; DOBBS, T.; SMITH, R. E. Evaluation of the effects of passion fruit peel flour (*passiflora edulis fo. flavicarpa*) on metabolic changes in hiv patients with lipodystrophy syndrome secondary to antiretroviral therapy. **Ver Bras Farmacogn**, v.26, n. 4, p. 420–6, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/Gpf5hLLx7rfCrLBtvKnMWKh/?format=html>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SOHAIMY, S. A. E.; MOHAMED, S. E.; SHEHATA, M. G.; MEHANY, T.; ZAITOUN, M. A. Composition analysis and functional characteristics of quinoa flour. **Annual Research & Review in Biology, Hooghly**, v. 22, n. 1, p.1-11, 2018. Disponível em: <https://journalarrb.com/index.php/ARRB/article/view/26315>. Acesso em: 26 set. 2021.

SOUZA, A.; OLIVEIRA, T.; MATTIETTO, R.; NASCIMENTO, W.; LOPES, A. Bioactive compounds in the peel of camu camu genotypes from Embrapa's active germplasm bank. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 67-71, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/f3N93cnmjQWqR4Dczn6v8Nt/?lang=en>. Acesso em: 15 mar. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.33716>.

SOUSA, D. F., DE ARAÚJO, M. F. M.; DE MELLO, V. D.; DAMASCENO, M. M. C.; DE FREITAS, R. W. J. F. Cost-effectiveness of passion fruit albedo versus turmeric in the glycemic and lipaemic control of people with type 2 diabetes: randomized clinical trial. **Journal of the american college of nutrition**, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33141635/>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SOUZA, E. B. DE. Transição nutricional no Brasil: análise dos principais fatores. **Cadernos UniFOA**, v. 5, n. 13, p. 49-53, 2017.

SOUZA, L.; MARTÍNEZ, D. G. A. Nutrição funcional e fitoterapia. Porto Alegre: SAGAH, p. 194-242, 2017. ISBN 978-85-9502-129-7.

SOUZA, V. F.; ASCHERI, J. L. R.; OLIVEIRA, N. G. M.; OLIVEIRA, A. C. S.; FERREIRA, R. H. A. Efeito da granulometria na expansão de extrusados de cascas e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa* Degener) e arroz (*Oryza sativa* L.). **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 43214-43228, 2020. Disponível em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/12619/10594>. Acesso em: 29 set. 2021.

SOUZA, V. F.; OLIVEIRA, N. G. M.; FERREIRA, R. H. A.; OLIVEIRA, A. A. N.; ASCHERI, J. L. R. Perfil sensorial e avaliação física de cookies com farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz. **CIAGRO**, Ciência, tecnologia e inovação: do campo à mesa, 2020. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/378.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.31692/ICIAGRO.2020.0095>

SOSULSKI, F.; HUMBERT, E.S.; BUI, K.; & JONES, J. D. Functional properties of rapessed flour, concentrates and isolates. **Journal of Food Science**, v. 41, n. 6, p. 1349-1376, 1976. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1976.tb01168.x>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SRI HARSHA, P.S.C.; LAVELLI, V. Effects of Maltodextrins on the Kinetics of Lycopene and Chlorogenic Acid Degradation in Dried Tomato. **Molecules**, v. 24, n. 6, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/6/1042>. Acesso em: 23 jul. 2021. DOI:10.3390/molecules24061042.

SULAIMAN, S. F., YUSOFF, N. A. M., ELDEEN, I. M., SEOW, E. M., SAJAK, A. A. B., SUPRIATNO, AND OOI, K. L. Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa sp.*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 1, p. 1-10, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157510001985>. Acesso em: 7 out. 2021.

SUNDARRAJ, A. A.; RANGANATHAN, T. V. A Review - Pectin from Agro and Industrial Waste. **International Journal of Applied Environmental Sciences**, v.12, p.1777-1801, 2017. Disponível em: [https://www.ripublication.com/ijaes17/ijaesv12n10\\_04.pdf](https://www.ripublication.com/ijaes17/ijaesv12n10_04.pdf). Acesso em: 2 out. 2021.

TALEKAR, S.; VIJAYRAGHAVAN, R.; ARORA, A.; PATTI, A.F. Greener production of low methoxyl pectin via recyclable enzymatic deesterification using pectin methylsterase cross-linked enzyme aggregates captured from citrus peels. **Food Hydrocol.**, 108, 105786, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X19321848>. Acesso em: 5 out. 2021.

TALMA, S. V.; REGIS, S. A.; FERREIRA, P. R.; MELLINGER-SILVA, C.; RESENDE, E. D. Characterization of pericarp fractions of yellow passion fruit: density, yield of flour, color, pectin content and degree of esterification. **Food Sci. Technol**, Campinas, v. 39, p. 683-689, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/HFdjRTQgVKqtZ4RDpwYfts/?lang=en>. Acesso em: 2 out. 2021.

TESTON, E. F. et al. Fatores associados às doenças cardiovasculares em adultos. **Rev. USP Medicina** (Ribeirão Preto) 2016; 49(2): 95-102.

TOLEDO, Nataly Maria Viva de; CAMARGO, Adriano Costa de; RAMOS, Paula Bortolotto Mendes; BUTTON, David Charles; GRANATO, Daniel; CANNIATTI-BRAZACA, Solange Guidolin. Potentials and pitfalls on the use of passion fruit by-products in drinkable yogurt: physicochemical, technological, microbiological, and sensory aspects. *Beverages* 2018, 4, 47. doi:10.3390/beverages4030047.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, London, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

VANKOVA, K.; MARKOVA, I.; JASPROVA, J.; DVORAK, A.; SUBHANOVA, I.; ZELENKA, J.; NOVOSÁDOVÁ, I.; RASL, J.; VOMASTEK, T.; SOBOTKA, R.; MUCHOVÁ, L.; VÍTEK, L. Chlorophyll-mediated changes in the redox status of pancreatic cancer cells are associated with its anticancer effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, v. 11, 2018. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2018/4069167/>. Acesso em: 24 jul. 2021. DOI: 10.1155/2018/4069167.

VARGAS, V. de S. Padronização de medidas caseiras como ferramenta à Dietoterapia. *Vittale*, Rio Grande, RS, v. 19, n. 1 p. 29-34, 2007.

VINHA, A. F. et al. Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruits. *LWT – Food Science and Technology*. 55 pp. 197-202. 2014.

VASCO-CORREA, J. ZAPATA, A. D. Enzymatic extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) at laboratory and bench scale. *LWT*, v. 1, n. 80, p. 280-285, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643817301238>. Acesso em: 26 jul. 2021.

VIEIRA, L.A.S.L.; SOUZA, R.B.A. Ação dos Antioxidantes no Combate aos Radicais Livres e na Prevenção do Envelhecimento Cutâneo. *Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v.13, n. 48, p. 408-418, 2019.

VUOLO, M. M.; LIMA, G. C. MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Chapter 20 - *Passiflora edulis* Peel Flour and Health Effects. *Academic press*, Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention (Second Edition), p. 249-258, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128146392000204?via%3Dihub>. Acesso em: 27 jul. 2021.

YASUMATSU, K.; SAWADA, K.; MORITAKA, S.; MISAKI, M.; TODA, J.; WADA, T.; ISHII, K. Whipping and Emulsifying Properties of Soybean Products. *Agricultural and biological chemistry*. v. 36, n.5, p.719-727. 1972. Disponível em: <https://academic.oup.com/bbb/article/36/5/719/5978630?login=true>. Acesso em: 27 jul. 2021.

YULIANA, M.; TRUONG, C.T.; HUYNH, L.H.; HO, Q.P.; JU, Y.H. Isolation and characterization of protein isolated from defatted cashew nut shell: Influence of pH and NaCl on solubility and functional properties. *Food Science and Technology*, v.55, p.621-626, 2014. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643813003770>. Acesso em: 26 set. 2021.

WANG, S. H.; MAIA, L. H.; CABRAL, L.C.; GERMANI, R.; BORGES, J. T. S. Influência da proporção arroz:soja sobre a solubilidade e as propriedades espumantes dos mingaus desidratados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.83-89, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/4RBYFn7kb6nbmbgkC7KYkXm/?lang=pt>. Acesso em: 28 set. 2021.

WASTESSION, JW; MORIN, L; TAN, EC; JOHNELL, K. An update on the clinical consequences of polypharmacy in older adults: A narrative review. **Expert Opinion on Drug Safety**. 2018;17(12):1185-1196. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14740338.2018.1546841>. Acesso em: 27 jul. 2021.

WENG, M.; LI, Y.; WU, L.; ZHENG, H.; LAI, P.; TANG, B.; LUO, X. Effects of passion fruit peel flour as a dietary fibre resource on biscuit quality. **Food Sci. Technol**, Campinas, v. 41, n. 1, p. 65-73, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/JKJKdjLRXnQJ7MnwzMF8D3B/?lang=en>. Acesso em: 26 set. 2021.